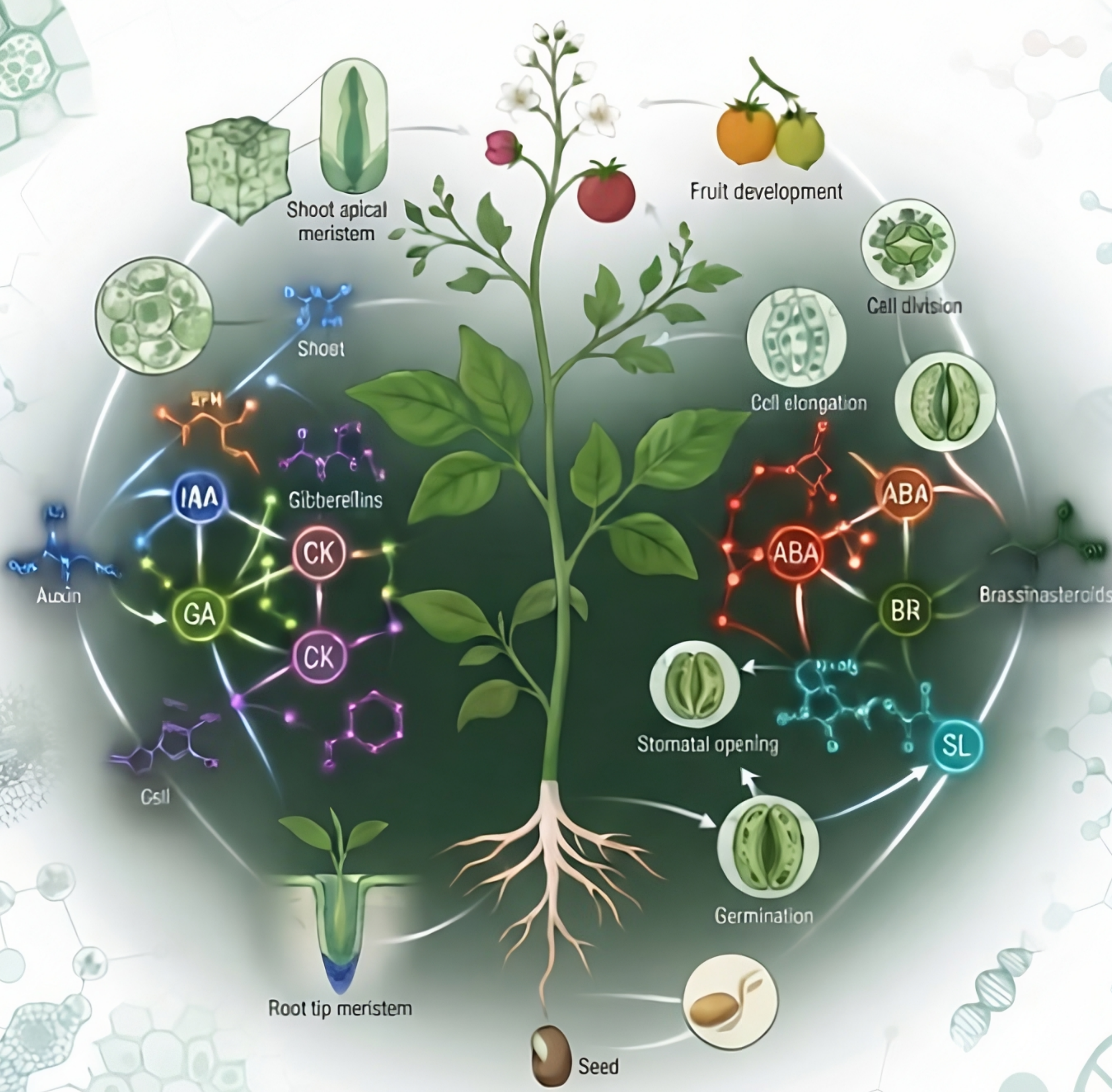
2026

النمو والتمايز في النبات



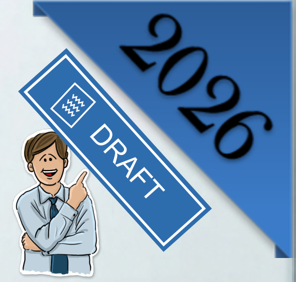
تجميع المادة العلمية وتصميم المقرر
أ . د . علاء السعيد

نسخة أولية تحتاج لمراجعة وتنقيح



DRAFT

University-Level Study Unit



Plant Hormones and Plant Growth Regulators

Premium A4 academic tektbooks for
world-class academic publishing

النمو والتمايز في النبات

تجميع المادة العلمية وتصميم المقرر
أ. د. علاء السعيد



World-class academic

PureRender

نسخة أولية تحتاج لمراجعة وتنقيح

المحاضرة الأولى

مقدمة في النمو والتطور النباتي: التنظيم البنائي للنبات ومناطق النمو

أولاً: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يشرح التنظيم البنائي العام لجسم النبات وأهم مكوناته.
2. يفسر دور الخلايا والأنسجة والميرستيمات في نمو النبات وتطوره.
3. يربط بين التركيب التشريحي للنبات والعمليات المرتبطة بالنمو والتطور.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1

أن يوضح الطالب البنية العامة للنبات والأنسجة النباتية المختلفة ومناطق النمو.

المهارات الذهنيةI1

أن يحلل العلاقة بين التنظيم البنائي للنبات وقدرته على النمو المستمر والتطور.

المهارات المهنية والعمليةP1

أن يوظف المفاهيم الخاصة بالبنية النباتية في تفسير الظواهر المرتبطة بالنمو والتطور النباتي.

ثالثاً: مقدمة

يعتمد فهم النمو والتطور النباتي على المعرفة الدقيقة بالتنظيم البنائي للنبات. فالنمو لا يحدث بصورة عشوائية، بل يتم داخل مناطق متخصصة تمتلك القدرة على الانقسام وإنتاج خلايا جديدة، ثم تخضع هذه الخلايا لعمليات الاستطالة والتمايز لتكوين الأنسجة والأعضاء المختلفة.

ويؤكد الكتاب أن جميع النباتات على الرغم من اختلاف أشكالها وأحجامها تشترك في مجموعة من المبادئ الأساسية التي تحكم النمو والتطور. فجميع النباتات تتكون من خلايا، والخلايا تتجمع لتكوين أنسجة، والأنسجة تكوّن أعضاء مثل الجذور والسيقان والأوراق. كما توجد مناطق متخصصة للنمو تسمى الميرستيمات تمثل المصدر الرئيس للخلايا الجديدة في النبات .

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بفسيولوجيا النبات؟

ج: فسيولوجيا النبات هي العلم الذي يدرس العمليات الحيوية التي تحدث داخل النبات، وكيف ينمو النبات ويتطور ويؤدي وظائفه المختلفة أثناء تفاعله مع البيئة المحيطة.

ويشمل ذلك دراسة:

- النمو.
- التطور.
- البناء الضوئي.
- النقل داخل النبات.
- الاستجابة للضوء.
- الاستجابة للهرمونات.

وتشير فسيولوجيا النبات إلى أن كل وظيفة في النبات تعتمد على بنية أو تركيب معين داخل الخلية أو النسيج أو العضو النباتي .

س: ما الفكرة الأساسية التي تربط بين تركيب النبات ووظيفته؟

ج: يوضح الكتاب أن الوظيفة تعتمد دائماً على التركيب.

فالبناء الضوئي يعتمد على تركيب البلاستيدات الخضراء.

ونقل الماء يعتمد على تركيب أوعية الخشب.

ونقل الغذاء يعتمد على تركيب اللحاء.

أما النمو والتطور فيعتمدان على وجود الميرستيمات والأنسجة القادرة على الانقسام والتمايز.

لذلك لا يمكن فهم وظيفة أي عضو نباتي دون فهم تركيبه البنائي أولا

س: ما الوحدة الأساسية لبناء النبات؟

ج: الوحدة الأساسية لبناء النبات هي الخلية.

فالخلية تمثل أصغر وحدة قادرة على أداء العمليات الحيوية.

وتتجمع الخلايا المتشابهة لتكوين الأنسجة.

ثم تتجمع الأنسجة لتكوين الأعضاء النباتية المختلفة.

ومن ثم فإن جميع مظاهر النمو والتطور تبدأ على مستوى الخلية .

س: ما أهم المبادئ المشتركة بين النباتات؟

ج: يشير الكتاب إلى عدة مبادئ أساسية مشتركة بين النباتات:

- النباتات تجمع الطاقة الشمسية وتحولها إلى طاقة كيميائية.
- النباتات كائنات ثابتة لا تنتقل من مكان إلى آخر.
- تعتمد على النمو للوصول إلى الموارد البيئية.
- تمتلك أنظمة لنقل الماء والعناصر الغذائية.
- تمتلك آليات تقلل فقد الماء.
- تنشأ من أجنة نباتية داخل البذور.

وتعد هذه الصفات أساس فهم نمو النباتات وتطورها.

س: لماذا تعتمد النباتات على النمو للوصول إلى الموارد؟

ج: لأن النباتات كائنات ثابتة لا تستطيع الانتقال نحو الضوء أو الماء أو العناصر المعدنية.

ولذلك عوضت هذه الخاصية بقدرتها على النمو المستمر.

فالجذور تنمو نحو الماء والعناصر الغذائية.

والسيقان تنمو لأعلى باتجاه الضوء.

وتتوسع المجموعات الجذرية والخضرية باستمرار لزيادة كفاءة الحصول على الموارد.

س: ما المقصود بتبادل الأجيال في النباتات؟

ج: يوضح الكتاب أن النباتات تمر خلال دورة حياتها بجيلين:

- الجيل البوغي.
- الجيل المشيجي.

ويتعاقب هذان الجيلان خلال دورة الحياة النباتية.

وفي النباتات البذرية يكون الطور البوغي هو الطور السائد والأكثر تطوراً وحجما.

س: ما الأعضاء الأساسية التي يتكون منها جسم النبات؟

ج: يتكون جسم النبات البذري من ثلاثة أعضاء رئيسية:

1. الجذر.
2. الساق.
3. الأوراق.

وتتكامل هذه الأعضاء في أداء الوظائف الحيوية المختلفة اللازمة لنمو النبات وتطوره .

س: ما وظيفة الجذر؟

ج: يقوم الجذر بعدة وظائف أهمها:

- تثبيت النبات في التربة.
- امتصاص الماء.
- امتصاص العناصر المعدنية.
- المساهمة في التخزين في بعض النباتات.

كما أن الجذور تستمر في النمو نتيجة وجود ميرستيم قمّي عند قمتها النامية .

س: ما وظيفة الساق؟

ج: تعمل الساق على:

- دعم الأجزاء الهوائية للنبات.
- حمل الأوراق والأزهار والثمار.
- نقل الماء والمواد الغذائية.
- المساهمة في التخزين في بعض الأنواع.

ويمثل استطالة الساق أحد أهم مظاهر النمو النباتي .

س: ما وظيفة الأوراق؟

ج: الأوراق هي الموقع الرئيس للبناء الضوئي في أغلب النباتات.

كما تقوم بـ:

- تبادل الغازات.
- النتح.
- تصنيع المواد العضوية.

ويعتمد تكوينها وتطورها على نشاط القمة النامية للساق .

س: ما المقصود بالعقد والسلاميات؟

ج: العقد هي المناطق التي تتصل عندها الأوراق بالساق.

أما السلامية فهي الجزء الواقع بين عقدتين متتاليتين.

ويؤدي نمو السلاميات إلى زيادة طول الساق .

س: ما المقصود بقطبية النمو في النبات؟

ج: يقصد بقطبية النمو وجود اتجاهات محددة للنمو.

فالجذر ينمو لأسفل.

والساق تنمو لأعلى.

أما الأوراق فتنمو جانبيا.

وتعد هذه القطبية من الصفات الأساسية التي تحدد الشكل النهائي للنبات .

س: ما المقصود بالجدار الخلوي النباتي؟

ج: الجدار الخلوي هو غلاف صلب يحيط بالخلية النباتية من الخارج.

ويقوم بعدة وظائف منها:

- تحديد شكل الخلية.
- حماية الخلية.
- دعم النبات.
- تنظيم تمدد الخلايا أثناء النمو.

ويعد الجدار الخلوي أحد أهم الفروق بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية .

س: لماذا يعد الجدار الخلوي مهماً للنمو؟

ج: لأن النمو يحدث نتيجة تمدد الخلايا.

ولا يمكن أن يتمدد حجم الخلية إلا إذا سمح الجدار بذلك.

كما أن اتجاه ترتيب مكونات الجدار يحدد اتجاه النمو والاستطالة.

لذلك يعد الجدار الخلوي عنصراً أساسياً في التحكم في النمو النباتي .

س: ما المقصود بالبلازموديزماتا؟

ج: البلازموديزماتا عبارة عن قنوات دقيقة تربط بين الخلايا النباتية المتجاورة.

وتسمح بانتقال:

- الماء.
- المواد الذائبة.

- بعض البروتينات.
- بعض الأحماض النووية.

وبذلك تحقق الاتصال بين خلايا النبات المختلفة .

س: ما المقصود بالميرستيمات؟

ج: الميرستيمات هي مناطق تحتوي على خلايا غير متمايزة قادرة على الانقسام المستمر.

وتعد المصدر الأساسي للخلايا الجديدة المسؤولة عن النمو النباتي.

ولهذا يمكن اعتبارها المحرك الرئيس للنمو والتطور في النبات .

س: أين توجد الميرستيمات القمية؟

ج: توجد الميرستيمات القمية في:

- قمة الساق.
- قمة الجذر.

وتنتج هذه الميرستيمات الخلايا اللازمة للنمو الأولي وزيادة طول النبات .

س: ما المقصود بالنمو الأولي؟

ج: النمو الأولي هو النمو الناتج عن نشاط الميرستيمات القمية.

وينتج عنه:

- زيادة طول الساق.
- زيادة طول الجذر.
- تكوين الأوراق الجديدة.

ويؤدي إلى تأسيس الشكل الأساسي للنبات .

س: ما المقصود بالنمو الثانوي؟

ج: النمو الثانوي هو الزيادة في سمك الساق أو الجذر.

وينتج عن نشاط الميرستيمات الجانبية وخاصة:

- الكامبيوم الوعائي.
- الكامبيوم الفليني.

ويميز الأشجار والشجيرات بدرجة أكبر من النباتات العشبية .

س: ما المقصود بالكامبيوم الوعائي؟

ج: الكامبيوم الوعائي نسيج ميرستيمي جانبي يقع بين الخشب واللحاء.

وينتج:

- الخشب الثانوي نحو الداخل.
- اللحاء الثانوي نحو الخارج.

مما يؤدي إلى زيادة قطر الساق أو الجذر .

س: ما أنواع الأنسجة النباتية الرئيسية؟

ج: يقسم الكتاب الأنسجة النباتية إلى ثلاثة أنظمة رئيسية:

1. الأنسجة البشرة.Dermal tissue
2. الأنسجة الأساسية.Ground tissue
3. الأنسجة الوعائية.Vascular tissue

وتوجد هذه الأنظمة في جميع أعضاء النبات تقريبا.

س: ما وظيفة أنسجة البشرة؟

ج: تشكل الأنسجة البشرة الغطاء الخارجي للنبات.

وتقوم بـ:

- الحماية.
- تقليل فقد الماء.
- تنظيم التبادل الغازي.

ومن أمثلتها البشرة والثغور والشعيرات .

س: ما وظيفة الأنسجة الأساسية؟

ج: تمثل معظم كتلة النبات.

وتقوم بوظائف متعددة مثل:

- البناء الضوئي.
- التخزين.
- الدعم.

وتشمل البرنشيم والكولنشيم والإسكلرنشيم .

س: ما وظيفة الأنسجة الوعائية؟

ج: تشكل نظام النقل داخل النبات.

وتتكون من:

- الخشب.
- اللحاء.

ويختص الخشب بنقل الماء والعناصر المعدنية.

أما اللحاء فيختص بنقل المواد العضوية المصنعة .

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالميرستيم؟

الإجابة: نسيج يحتوي على خلايا غير متمايزة قادرة على الانقسام المستمر.

س2: ما الأعضاء الأساسية للنبات؟

الإجابة: الجذر والساق والأوراق.

س3: ما وظيفة الجذر؟

الإجابة: التثبيت والامتصاص.

س4: ما وظيفة الساق؟

الإجابة: الدعم والنقل.

س5: ما وظيفة الأوراق؟

الإجابة: البناء الضوئي وتبادل الغازات.

س6: ما المقصود بالنمو الأولي؟

الإجابة: زيادة الطول الناتجة عن نشاط الميرستيمات القمية.

س7: ما المقصود بالنمو الثانوي؟

الإجابة: زيادة السمك الناتجة عن نشاط الكامبيوم.

س8: ما أنواع الأنسجة النباتية الرئيسية؟

الإجابة: البشرة والأساسية والوعائية.

س9: ما وظيفة الخشب؟

الإجابة: نقل الماء والعناصر المعدنية.

س10: ما وظيفة اللحاء؟

الإجابة: نقل المواد العضوية المصنعة.

سادساً: أسئلة اختيار من متعددMCQ

1. الوحدة الأساسية لبناء النبات هي:

أ. النسيج

ب. العضو

ج. الخلية ✅

د. الجذر

2. يوجد الميرستيم القمي في:

أ. العقد

ب. قمم الجذور والسيقان ✅

ج. اللحاء

د. الأوراق فقط

3. النمو الأولي يؤدي إلى:

أ. زيادة الطول ✅

ب. زيادة السمك

ج. تكوين الثمار

د. الشيخوخة

4. النمو الثانوي يؤدي إلى:

أ. زيادة الطول

ب. زيادة القطر ✅

ج. زيادة عدد الأوراق فقط

د. الإنبات

5. النسيج المسؤول عن نقل الماء هو:

أ. اللحاء

ب. الخشب ✅

ج. البشرة

د. البرنشيم

6. النسيج المسؤول عن نقل الغذاء:

أ. الخشب

ب. اللحاء ✅

ج. الكامبيوم

د. الكولنشيم

7. الثغور جزء من:

أ. الأنسجة البشرة ✅

ب. الخشب

ج. اللحاء

د. الكامبيوم

8. البلازموديزماتا تربط:

أ. الأوراق بالجذور

ب. الخلايا المتجاورة ✅

ج. الخشب باللحاء

د. الثغور بالبشرة

9. الكامبيوم الوعائي مسؤول عن:

أ. النمو الأولي

ب. النمو الثانوي ✅

ج. الإنبات

د. الإزهار

10. استطالة السلاميات تؤدي إلى:

أ. زيادة طول الساق ✅

ب. زيادة قطر الجذر

ج. تكوين البذور

د. الشيخوخة

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. النبات كائن متحرك ينتقل من مكان لآخر ✗ .
2. الخلية هي الوحدة الأساسية لبناء النبات✓ .
3. توجد الميرستيمات القمية عند قمم الجذور والسيقان✓ .
4. النمو الأولي يزيد قطر الساق ✗ .
5. النمو الثانوي يزيد السمك✓ .
6. الخشب ينقل المواد العضوية المصنعة ✗ .
7. اللحاء ينقل المواد العضوية✓ .
8. الجدار الخلوي يحيط بالخلية النباتية✓ .
9. البلازموديزماتا تربط الخلايا المتجاورة✓ .
10. الأوراق هي الموقع الرئيس للبناء الضوئي✓ .
11. الساق تحمل الأوراق والأزهار✓ .
12. الجذر مسؤول عن الامتصاص✓ .
13. الكامبيوم من الميرستيمات الجانبية✓ .
14. جميع الأنسجة النباتية متشابهة الوظيفة ✗ .
15. الأنسجة الوعائية تتكون من الخشب واللحاء✓ .
16. الثغور توجد ضمن البشرة✓ .
17. النمو يعتمد على إنتاج خلايا جديدة✓ .
18. اللحاء ينقل الماء من الجذور ✗ .
19. قطبية النمو صفة مهمة للنبات✓ .
20. فهم التنظيم البنائي مهم لفهم النمو والتطور النباتي✓ .

المحاضرة الثانية

الهرمونات النباتية ومنظمات النمو النباتية

أولاً: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف الهرمونات النباتية ويوضح أهميتها في نمو النبات وتطوره.
2. يشرح إنتاج الهرمونات النباتية وانتقالها داخل النبات.
3. يفسر كيفية استجابة الخلايا النباتية للإشارات الهرمونية.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب خصائص الهرمونات النباتية ووظائفها وآليات تأثيرها.

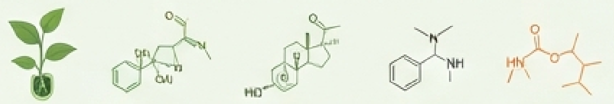
المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل العلاقات المتبادلة بين الهرمونات المختلفة ودورها في تنظيم النمو.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يوظف المعرفة الخاصة بالهرمونات النباتية في تفسير الظواهر الزراعية والفسيولوجية المختلفة.

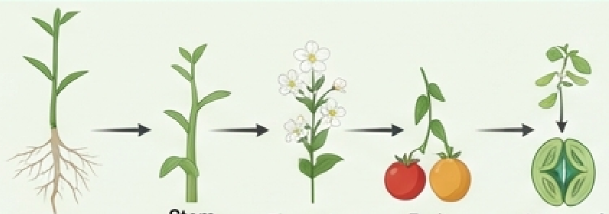
الفرق بين الهرمونات النباتية ومنظمات النمو النباتية

الهرمونات النباتية (Plant Hormones)

مركبات عضوية طبيعية تُنتج داخل النبات بكميات ضئيلة وتعمل كإشارات كيميائية تنظم النمو والتطور والاستجابات البيئية.



Auxin (IAA) | Gibberellins (GA) | Cytokinins (CK) | Ethylene (ETH) | Abscisic Acid (ABA)



Root growth → Stem elongation → Flowering → Fruit development → Stomatal regulation

منظمات النمو النباتية (Plant Growth Regulators, PGRs)

- الهرمونات النباتية الطبيعية
- منظمات النمو الصناعية

كل هرمون نباتي يعد منظم نمو، ولكن ليست كل منظمات النمو هرمونات نباتية

منظمات النمو النباتية (Plant Growth Regulators)

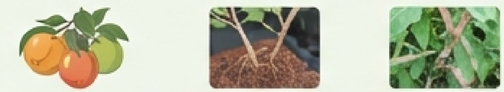
أي مادة تعدل نمو النبات سواء كانت طبيعية أو صناعية.

Natural PGRs:
- Plant hormones

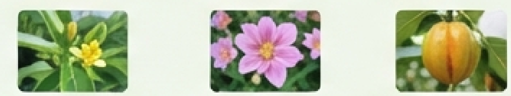


Synthetic PGRs:
- NAA
- 2,4-D
- Paclobutrazol
- Ethephon
- CPPU

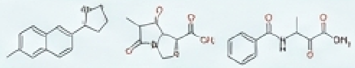




Fruit size increase | Rooting cuttings | Growth control



Growth control | Flower induction | Ripening control

	الهرمونات النباتية	منظمات النمو	الخاصية
	[Produces it by plant]	[Natural or synthetic]	**المصدر**
	[Organic chemical]		**التركيب**
	[Endogenous]	[Endogenous or Exogenous application]	**الإنتاج داخل النبات**
	[Research, specific control]	[Management of growth, yield, quality]	**الاستخدام الزراعي**
	[Natural only]	[Natural or synthetic]	**الطبيعة**
	[Specific group]	[Broader term]	**النطاق**

APPLICATION BOX

الهرمونات النباتية: تستخدم لفهم فسيولوجيا النبات

منظمات النمو: تستخدم لإدارة النمو والإنتاج الزراعي

FINAL TAKE-HOME MESSAGE



الهرمونات النباتية ⊂ منظمات النمو النباتية

Plant Hormones are a subset of Plant Growth Regulators.

الفرق العلمي المهم بين

الهرمونات النباتية Plant Hormones أو Phytohormones

ومنظمات النمو النباتيةPlant Growth Regulators, PGRs

رغم أن المصطلحين يُستخدمان أحيانًا بصورة متبادلة في بعض المراجع التعليمية, [difference.wiki] . [wellyoutech.com]

التعريف العلمي الدقيق

1.الهرمونات النباتية(Plant Hormones)

هي مركبات عضوية **تُنتَج طبيعيًا داخل النبات** بكميات ضئيلة جدًا، وتعمل كإشارات كيميائية تنظم النمو والتطور والاستجابات البيئية[wellyoutech.com], [difference.wiki] .

أمثلة:

- الأوكسين(IAA)
- الجبريلينات(GA)
- السيتوكينينات(CK)
- الإيثيلين(ETH)
- حمض الأبسيسيك(ABA)
- البراسينوستيرويدات(BR)
- الستريجولاكتونات[wellyoutech.com] (SL)

2.منظمات النمو النباتية(Plant Growth Regulators)

مصطلح أوسع يشمل **أي مادة قادرة على تعديل النمو النباتي** سواء كانت:

- هرمونًا طبيعيًا ينتجه النبات.
- مادة طبيعية معزولة من مصدر آخر.
- مادة مُصنعة صناعيًا تحاكي أو تثبط تأثير الهرمونات النباتية[thisvsthat.io], [difference.wiki] .

لذلك فإن منظمات النمو قد تكون:

- **طبيعية** = **(Natural PGRs)** هرمونات نباتية.
- **صناعية** = **(Synthetic PGRs)** ليست هرمونات نباتية حقيقية، ولكنها تؤدي وظائف مشابهة . [difference.wiki], [thisvsthat.io]

العلاقة بينهما

يمكن تمثيل العلاقة بالشكل التالي:

منظمات النمو النباتية(PGRs)

- الهرمونات النباتية الطبيعية
- المنظمات الصناعية

أي أن:

كل هرمون نباتي يعد منظم نمو نباتي، ولكن ليس كل منظم نمو نباتي هرمونًا نباتيًا, [difference.wiki] . [thisvsthat.io]

أمثلة توضيحية

هرمونات نباتية طبيعية

- IAA (Indole-3-acetic acid)
- Zeatin
- Gibberellic acid (GA_3)
- Ethylene
- ABA

هذه تنتجها خلايا النبات بنفسها[difference.wiki], [wellyoutech.com] .

منظمات نمو صناعية

- NAA (Naphthaleneacetic acid)
- 2,4-D
- Paclobutrazol
- Ethephon
- CPPU

هذه لا تُنتَج طبيعيًا داخل النبات ولكن تُستخدم في الزراعة للتحكم بالنمو والإثمار والتجذير, [difference.wiki] . [thisvsthat.io]

الفرق في المقررات الحديثة

في علم فسيولوجيا النبات الحديث:

- مصطلح **Plant Hormones** يستخدم غالباً عند الحديث عن المركبات الطبيعية المنتجة داخل النبات.
- مصطلح **Plant Growth Regulators (PGRs)** يستخدم عند الحديث عن التطبيق الزراعي والإدارة الحقلية، ويشمل المركبات الطبيعية والصناعية معًا [difference.wiki], [wellyoutech.com] .

الصياغة المناسبة لطلاب الجامعة

إذا سألت في الامتحان:

"فرّق بين الهرمونات النباتية ومنظمات النمو النباتية".

الإجابة النموذجية:

الهرمونات النباتية هي مركبات عضوية طبيعية تُنتج داخل النبات بكميات ضئيلة وتعمل كإشارات تنظم النمو والتطور. أما منظمات النمو النباتية فهي مصطلح أوسع يشمل الهرمونات النباتية الطبيعية إضافة إلى المركبات الطبيعية أو الصناعية التي تُستخدم لتنظيم أو تعديل النمو النباتي. لذلك فإن كل هرمون نباتي يعد منظم نمو، بينما ليست كل منظمات النمو هرمونات نباتية [difference.wiki], [thisvsthat.io] .

مراجع علمية معتمدة

- Taiz, Zeiger, *Plant Physiology and Development*.
- Davies, *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*.
- الفاو FAO ووثائق PGRs المستخدمة في الإنتاج الزراعي.

الفرق العلمي المهم بين

الهرمونات النباتية Plant Hormones أو Phytohormones

ومنظمات النمو النباتيةPlant Growth Regulators, PGRs

رغم أن المصطلحين يُستخدمان أحيانًا بصورة متبادلة في بعض المراجع التعليمية, [difference.wiki] . [wellyoutech.com]

التعريف العلمي الدقيق

1.الهرمونات النباتية(Plant Hormones)

هي مركبات عضوية **تُنتَج طبيعيًا داخل النبات** بكميات ضئيلة جدًا، وتعمل كإشارات كيميائية تنظم النمو والتطور والاستجابات البيئية[wellyoutech.com], [difference.wiki] .

أمثلة:

- الأوكسين(IAA)
- الجبريلينات(GA)
- السيتوكينينات(CK)
- الإيثيلين(ETH)
- حمض الأبسيسيك(ABA)
- البراسينوستيرويدات(BR)
- الستريجولاكتونات[wellyoutech.com] (SL)

2.منظمات النمو النباتية(Plant Growth Regulators)

مصطلح أوسع يشمل **أي مادة قادرة على تعديل النمو النباتي** سواء كانت:

- هرمونًا طبيعيًا ينتجه النبات.
- مادة طبيعية معزولة من مصدر آخر.
- مادة مُصنعة صناعيًا تحاكي أو تثبط تأثير الهرمونات النباتية[thisvsthat.io], [difference.wiki] .

لذلك فإن منظمات النمو قد تكون:

- **طبيعية = (Natural PGRs)** هرمونات نباتية.
- **صناعية = (Synthetic PGRs)** ليست هرمونات نباتية حقيقية، ولكنها تؤدي وظائف مشابهة . [difference.wiki], [thisvsthat.io]

العلاقة بينهما

يمكن تمثيل العلاقة بالشكل التالي:

منظمات النمو النباتية(PGRs)

- الهرمونات النباتية الطبيعية
- المنظمات الصناعية

أي أن:

كل هرمون نباتي يعد منظم نمو نباتي، ولكن ليس كل منظم نمو نباتي هرمونًا نباتيًا, [difference.wiki] . [thisvsthat.io]

أمثلة توضيحية

هرمونات نباتية طبيعية

- IAA (Indole-3-acetic acid)
- Zeatin
- Gibberellic acid (GA_3)
- Ethylene
- ABA

هذه تنتجها خلايا النبات بنفسها[difference.wiki], [wellyoutech.com] .

منظمات نمو صناعية

- NAA (Naphthaleneacetic acid)
- 2,4-D
- Paclobutrazol
- Ethephon
- CPPU

هذه لا تُنتَج طبيعيًا داخل النبات ولكن تُستخدم في الزراعة للتحكم بالنمو والإثمار والتجذير, [difference.wiki] . [thisvsthat.io]

الفرق في المقررات الحديثة

في علم فسيولوجيا النبات الحديث:

- مصطلح **Plant Hormones** يستخدم غالباً عند الحديث عن المركبات الطبيعية المنتجة داخل النبات.
- مصطلح **Plant Growth Regulators (PGRs)** يستخدم عند الحديث عن التطبيق الزراعي والإدارة الحقلية، ويشمل المركبات الطبيعية والصناعية معًا [wellyoutech.com], [difference.wiki] .

الصياغة المناسبة لطلاب الجامعة

إذا سألت في الامتحان:

"فرّق بين الهرمونات النباتية ومنظمات النمو النباتية".

الإجابة النموذجية:

الهرمونات النباتية هي مركبات عضوية طبيعية تُنتج داخل النبات بكميات ضئيلة وتعمل كإشارات تنظم النمو والتطور. أما منظمات النمو النباتية فهي مصطلح أوسع يشمل الهرمونات النباتية الطبيعية إضافة إلى المركبات الطبيعية أو الصناعية التي تُستخدم لتنظيم أو تعديل النمو النباتي. لذلك فإن كل هرمون نباتي يعد منظم نمو، بينما ليست كل منظمات النمو هرمونات نباتية [thisvsthat.io], [difference.wiki] .

مراجع علمية معتمدة

- Taiz, Zeiger, *Plant Physiology and Development*.
- Davies, *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*.
- الفاو FAO ووثائق PGRs المستخدمة في الإنتاج الزراعي.

المحاضرة الثانية

الهرمونات النباتية ومنظمات النمو النباتية

أولاً: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف الهرمونات النباتية ويوضح أهميتها في نمو النبات وتطوره.
2. يشرح إنتاج الهرمونات النباتية وانتقالها داخل النبات.
3. يفسر كيفية استجابة الخلايا النباتية للإشارات الهرمونية.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب خصائص الهرمونات النباتية ووظائفها وآليات تأثيرها.

المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل العلاقات المتبادلة بين الهرمونات المختلفة ودورها في تنظيم النمو.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يوظف المعرفة الخاصة بالهرمونات النباتية في تفسير الظواهر الزراعية والفسيولوجية المختلفة.

ثالثاً: مقدمة

لا تمتلك النباتات جهازاً عصبياً كما هو الحال في الحيوانات، ومع ذلك تستطيع تنظيم نموها واستجابتها للبيئة بدرجة عالية من الدقة. ويتم هذا التنظيم من خلال شبكة معقدة من الإشارات الكيميائية تعرف بالهرمونات النباتية.

وقد ساهمت دراسة الهرمونات النباتية في تفسير كثير من الظواهر المهمة مثل استطالة الساق وتكوين الجذور والتفرع والإزهار وإنبات البذور ونضج الثمار والاستجابة للإجهاد البيئي.

ويعرض الفصل الرابع من الكتاب الأسس الحديثة لفهم الهرمونات النباتية، من حيث اكتشافها وتخليقها وانتقالها وآليات إدراكها داخل الخلية وتنظيمها المتبادل .

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالإشارة في النبات؟

ج: الإشارة هي معلومة تنتقل من مكان إلى آخر داخل النبات أو بين النبات والبيئة المحيطة به وتؤدي إلى حدوث استجابة معينة.

وقد تكون الإشارة:

- ضوئية.
- كيميائية.
- هرمونية.
- ميكانيكية.
- كهربائية.

ويعد النظام الهرموني أحد أهم أنظمة الإشارات في النبات .

س: ما المقصود بالهرمونات النباتية؟

ج: الهرمونات النباتية هي مركبات إشارات كيميائية تنتج داخل النبات بكميات صغيرة وتؤثر في نموه وتطوره من خلال تنظيم العديد من العمليات الفسيولوجية.

وتتميز بأنها قادرة على إحداث استجابات كبيرة رغم وجودها بتراكيز منخفضة جدا.

س: لماذا تعد الهرمونات النباتية مهمة؟

ج: لأنها تنظم العديد من العمليات الحيوية المهمة مثل:

- نمو الجذور.
- نمو السيقان.
- تكوين الأوراق.
- الإزهار.
- تكوين الثمار.

- نضج الثمار.
- إنبات البذور.
- السكون.
- الاستجابة للبيئة.

ولهذا توصف بأنها منظمات رئيسية للنمو والتطور النباتي .

س: كيف تم اكتشاف الهرمونات النباتية؟

ج: تم اكتشاف معظم الهرمونات النباتية من خلال دراسة ظواهر فسيولوجية مميزة.

فعلى سبيل المثال:

- تم اكتشاف الأوكسين أثناء دراسة الانتحاء الضوئي.
- تم اكتشاف الجبريللينات أثناء دراسة مرض بادرات الأرز المتهكمة.
- تم اكتشاف السيتوكينينات أثناء تجارب زراعة الأنسجة.
- تم التعرف على الإيثيلين من تأثيره على نضج الثمار.
- تم اكتشاف حمض الأبسيسيك أثناء دراسة نضج البذور والسكون.

س: ما المجموعات الرئيسة للهرمونات النباتية التي يعرضها الكتاب؟

ج: يعرض الكتاب سبع مجموعات رئيسية هي:

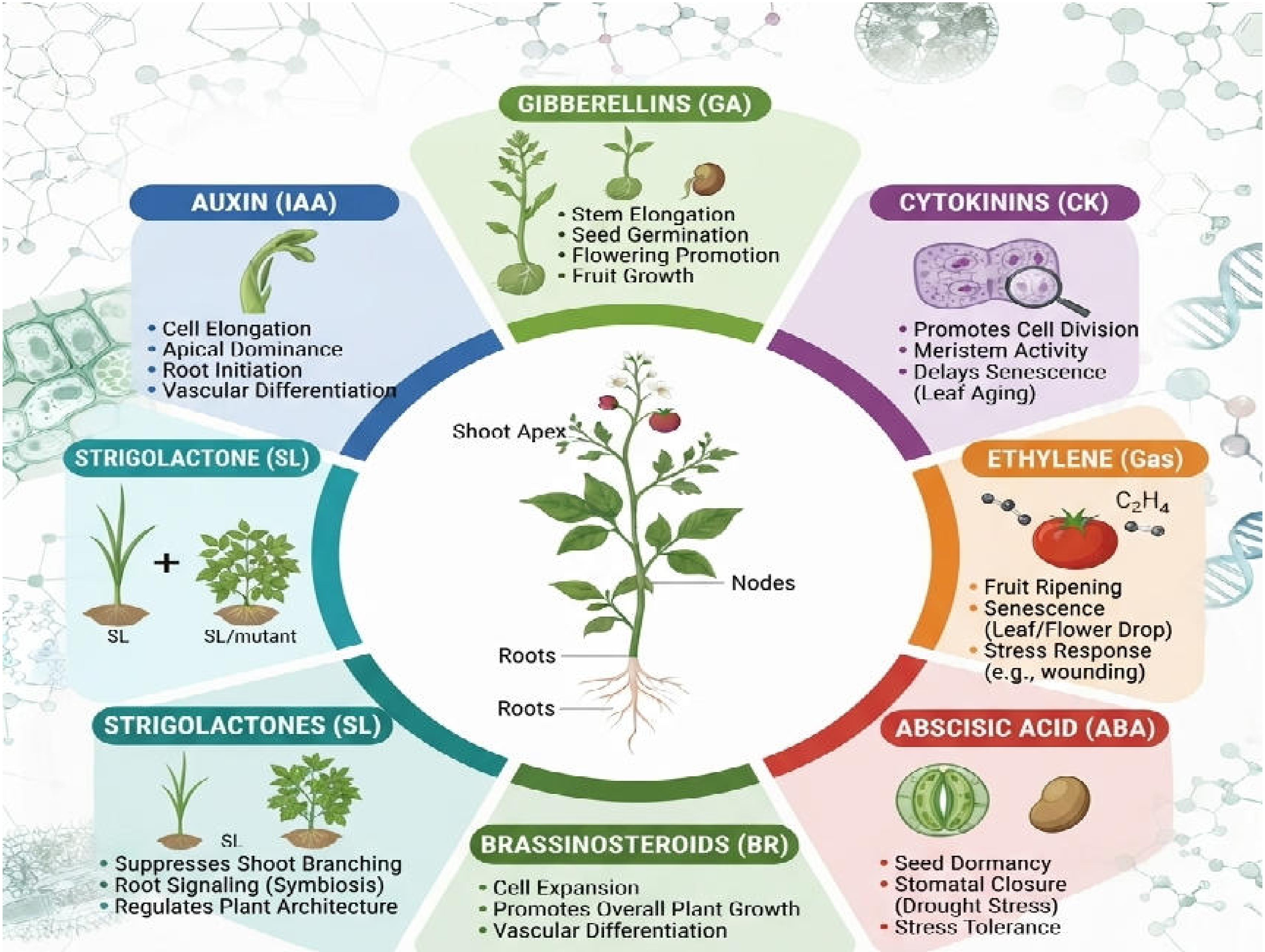
1. الأوكسينات.Auxins
2. الجبريللينات.Gibberellins
3. السيتوكينينات.Cytokinins
4. الإيثيلين.Ethylene
5. حمض الأبسيسيك.ABA
6. البراسينوستيرويدات.Brassinosteroids
7. الستريجولاكتونات.Strigolactones

س: ما أهمية الأوكسين في النبات؟

ج: الأوكسين يعد من أوائل الهرمونات التي تم اكتشافها.

وترتبط أهميته بتنظيم:

- الانتحاء الضوئي.
- استطالة الخلايا.
- تكوين الأعضاء.


GIBBERELLINS (GA)
• Stem Elongation
• Seed Germination
• Flowering Promotion
• Fruit Growth
AUXIN (IAA)
• Cell Elongation
• Apical Dominance
• Root Initiation
• Vascular Differentiation
CYTOKININS (CK)
• Promotes Cell Division
• Meristem Activity
• Delays Senescence (Leaf Aging)
STRIGOLACTONE (SL)
+
SL
SL/mutant
Shoot Apex
Nodes
Roots
Roots
ETHYLENE (Gas)
C_2H_4
• Fruit Ripening
• Senescence (Leaf/Flower Drop)
• Stress Response (e.g., wounding)
STRIGOLACTONES (SL)
SL
• Suppresses Shoot Branching
• Root Signaling (Symbiosis)
• Regulates Plant Architecture
BRASSINOSTEROIDS (BR)
• Cell Expansion
• Promotes Overall Plant Growth
• Vascular Differentiation
ABSCISIC ACID (ABA)
• Seed Dormancy
• Stomatal Closure (Drought Stress)
• Stress Tolerance

- النمو الخضري.

وقد تم اكتشافه أثناء دراسة انحناء الأدمة نحو الضوء .

س: ما أهمية الجبريللينات؟

ج: الجبريللينات تشجع نمو الساق واستطالتها.

وقد اكتشفت نتيجة دراسة مرض يعرف بمرض البادرات المتهكمة في الأرز، حيث سببت بعض الفطريات استطالة غير طبيعية للنباتات المصابة.

ومن خلال هذه الدراسات تم التعرف على الجبريللينات بوصفها محفزات قوية للنمو الطولي .

س: ما أهمية السيتوكينينات؟

ج: السيتوكينينات هرمونات تعزز انقسام الخلايا.

واكتشفت من خلال تجارب زراعة الأنسجة النباتية التي أوضحت وجود مواد قادرة على تحفيز الانقسام الخلوي واستمرار النمو .

س: ما أهمية الإيثيلين؟

ج: الإيثيلين هرمون نباتي غازي.

ويرتبط بعدة عمليات منها:

- نضج الثمار.
- النمو والتطور.
- الاستجابات البيئية المختلفة.

كما يعد الهرمون النباتي الوحيد الذي يوجد في الحالة الغازية .

س: ما أهمية حمض الأبسيسيك؟

ج: حمض الأبسيسيك يلعب دوراً محورياً في:

- نضج البذور.
- تنظيم السكون.
- غلق الثغور أثناء إجهاد نقص الماء.

لذلك يعد أحد أهم الهرمونات المرتبطة بتحمل الإجهاد البيئي .

س: ما دور البراسينوستيرويدات؟

ج: تنظم البراسينوستيرويدات عدداً من العمليات المهمة منها:

- النمو الخضري.
- الإنبات.
- التطور المرتبط بالضوء.

وتعد من الهرمونات الحديثة نسبياً مقارنة بالمجموعات التقليدية الأخرى .

س: ما دور الستريجولاكتونات؟

ج: تعمل الستريجولاكتونات على:

- تثبيط التفرع الزائد.
- تنظيم نمو البراعم الجانبية.
- تحسين التفاعلات بين الجذور وبعض الكائنات الموجودة في منطقة الرايزوسفير.

س: هل تعمل الهرمونات بصورة منفردة؟

ج: لا

يوضح الكتاب أن العمليات التطورية غالباً ما تنتج عن التفاعل بين عدة هرمونات في الوقت نفسه.

فكل هرمون لا يعمل بصورة مستقلة، بل تؤثر الهرمونات في بعضها البعض وتكوّن شبكات تنظيمية معقدة .

س: ما المقصود بالاتزان الهرموني؟

ج: هو التوازن النسبي بين مستويات الهرمونات المختلفة داخل النبات.

وغالباً ما تكون الاستجابة النهائية للنبات مرتبطة بنسبة الهرمونات إلى بعضها وليس بتركيز هرمون واحد فقط .

س: كيف يتم تصنيع الهرمونات النباتية؟

ج: يخصص الكتاب جزءاً كاملاً لعمليات التخليق الحيوي للهرمونات.

ويبين أن لكل هرمون مساراً حيوياً خاصاً يبدأ من مركبات أولية محددة وينتهي بإنتاج الصورة النشطة من الهرمون .

س: ما المادة الوسيطة الرئيسة في تخليق الأوكسين؟

ج: يبين الكتاب أن مركب: **Indole-3-pyruvate** يمثل الوسيط الرئيس في تصنيع الأوكسين داخل النبات .

س: كيف تُصنع الجبريللينات؟

ج: تنتج الجبريللينات من خلال أكسدة مركب: **ent-kaurene** عبر سلسلة من التفاعلات الحيوية المتتابعة .

س: ما الطبيعة الكيميائية للسيتوكينينات؟

ج: السيتوكينينات عبارة عن مشتقات للأدينين تحتوي على سلاسل جانبية إيزوبرينية. وهذه البنية الكيميائية تميزها عن بقية الهرمونات النباتية .

س: كيف يتكون الإيثيلين؟

ج: يتكون الإيثيلين من الحمض الأميني ميثيونين.

ويمر التخليق من خلال مركب وسيط مهم يعرف باسم: 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid ACC

الذي يمثل الخطوة المباشرة السابقة لتكوين الإيثيلين .

س: كيف يتكون حمض الأبسيسيك؟

ج: يتكون حمض الأبسيسيك من مسار يبدأ بمركبات كاروتينويدية داخل النبات. وتنتج عنه في النهاية الصورة الفعالة من الهرمون .

س: ما المقصود بالاتزان الهرمونيHomeostasis ؟

ج: يقصد به المحافظة على المستويات المناسبة للهرمونات داخل النبات.

ويتحقق ذلك من خلال:

- التخليق الحيوي.
- النقل.
- التخزين.
- التحلل.
- تعطيل الهرمون عند الحاجة.

س: كيف تنتقل الهرمونات داخل النبات؟

ج: تختلف طريقة انتقال الهرمونات باختلاف نوع الهرمون.

وقد تنتقل عبر:

- الخشب.
- اللحاء.
- الانتقال بين الخلايا.
- النقل القطبي المتخصص.

س: ما المقصود بالنقل القطبي للأوكسين؟

ج: هو انتقال الأوكسين في اتجاه محدد ومنظم داخل النبات.

ويعد أحد أهم الخصائص الفريدة للأوكسين مقارنة ببقية الهرمونات النباتية .

س: ما أهمية النقل القطبي للأوكسين؟

ج: يحافظ النقل القطبي على قطبية النبات.

كما يساهم في:

- تنظيم نمو الأعضاء.
- تكوين الجذور.
- تكوين البراعم.
- تحديد الاتجاهات النمائية المختلفة.

س: كيف تستجيب الخلية للهرمون؟

ج: تبدأ الاستجابة عندما يتم إدراك الهرمون بواسطة مستقبلات متخصصة.

ثم تنتقل الإشارة داخل الخلية عبر مسارات نقل الإشارة حتى تصل إلى أهدافها النهائية. وبعد ذلك تظهر الاستجابة الفسيولوجية المناسبة .

س: ما المقصود بالمستقبلات الهرمونية؟

ج: هي بروتينات متخصصة تتعرف على جزيئات الهرمون وترتبط بها. ويمثل هذا الارتباط الخطوة الأولى في الاستجابة الهرمونية .

س: ما السمة العامة لمسارات الإشارة الهرمونية في النبات؟

ج: يوضح الكتاب أن معظم مسارات الإشارة الهرمونية تعتمد على: **التنظيم السلبي Negative Regulation** أي أن تعطيل بعض البروتينات أو التخلص منها يؤدي إلى ظهور الاستجابة الهرمونية .

س: ما دور تحلل البروتينات في الإشارة الهرمونية؟

ج: بعض المستقبلات الهرمونية ترتبط بآليات تكسير البروتينات داخل الخلية.

وعند إزالة البروتينات المثبطة للاستجابة يتم تنشيط الجينات والمسارات المسؤولة عن التأثير الهرموني .

س: هل تختلف الاستجابة الهرمونية بين الأنسجة المختلفة؟

ج: نعم.

يشير الكتاب إلى أن الاستجابة النهائية غالباً ما تكون متخصصة حسب النسيج.

فقد يؤدي الهرمون نفسه إلى تأثيرات مختلفة تبعاً لنوع الخلية والمرحلة النمائية التي توجد فيها.

س: كيف تتكامل الإشارات الهرمونية المختلفة؟

ج: من خلال ظاهرة التنظيم المتبادل بين المسارات الهرمونية المختلفة.

وهذا التكامل يسمح للنبات بتنسيق النمو والتطور والاستجابة للبيئة بطريقة متوازنة ومتكاملة .

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: عرف الهرمونات النباتية.

الإجابة: مركبات إشارات كيميائية تنتج بكميات قليلة وتنظم النمو والتطور النباتي.

س2: ما المجموعات الهرمونية الرئيسية؟

الإجابة: الأوكسينات والجبريللينات والسيتوكينينات والإيثيلين و ABAوالبراسينوستيرويدات والستريجولاكتونات.

س3: كيف اكتشف الأوكسين؟

الإجابة: أثناء دراسة الانتحاء الضوئي.

س4: كيف اكتشفت الجبريللينات؟

الإجابة: من دراسة مرض البادرات المتهكمة في الأرز.

س5: ما وظيفة السيتوكينينات؟

الإجابة: تحفيز انقسام الخلايا.

س6: ما أهمية الإيثيلين؟

الإجابة: نضج الثمار وتنظيم التطور.

س7: ما وظيفةABA ؟

الإجابة: تنظيم نضج البذور وغلق الثغور.

س8: ما المقصود بالنقل القطبي؟

الإجابة: انتقال الهرمون في اتجاه محدد داخل النبات.

س9: ما المقصود بالمستقبلات الهرمونية؟

الإجابة: بروتينات تتعرف على الهرمون وتبدأ الاستجابة.

س10: ما المقصود بالاتزان الهرموني؟

الإجابة: المحافظة على المستويات المناسبة للهرمونات داخل النبات.

سادساً: أسئلة اختيار من متعددMCQ

1. اكتشف الأوكسين من خلال دراسة :أ. الإزهار
ب. الانتحاء الضوئي ✅
ج. الإنبات
د. النتح
2. الجبريللينات اكتشفت عند دراسة :أ. الذرة ب. القمح ج. مرض بادرات الأرز المتهكمة ✅ د. القطن
3. السيتوكينينات ترتبط أساساً بـ :أ. انقسام الخلايا ✅ ب. نضج الثمار ج. الشيخوخة د. التنفس
4. الهرمون الغازي هو :أ. ABAب. GAج. ✅ Ethylene د. Auxin
5. ABAيرتبط مباشرة بـ :أ. غلق الثغور ✅ ب. البناء الضوئي ج. تثبيت النيتروجين د. التنفس
6. ينتج الإيثيلين من :أ. التربتوفان ب. الميثيونين ✅ ج. الجلوكوز د. الأدينين
7. الأوكسين يتميز بـ :أ. النقل القطبي ✅ ب. كونه غازياً ج. تخليقه في الجذور فقط د. عدم انتقاله
8. البراسينوستيرويدات تشارك في :أ. النمو والتطور ✅ ب. النتح فقط ج. التنفس فقط د. التلقيح فقط
9. الستريجولاكتونات :أ. تزيد التفرع دائماً ب. تثبط التفرع ✅ ج. تمنع الإنبات د. تحلل الكلوروفيل
10. تعتمد معظم مسارات الإشارة الهرمونية على :أ. التنظيم السلبي ✅ ب. النقل السلبي ج. التنفس د. البناء الضوئي

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. الهرمونات النباتية تنتج بكميات ضئيلة✓ .
2. الإيثيلين هرمون غازي✓ .
3. الأوكسين اكتشف بدراسة الانتحاء الضوئي✓ .
4. الجبريللينات تمنع النمو كليا. ✗
5. ABAيسهم في غلق الثغور✓ .
6. السيتوكينينات تعزز انقسام الخلايا. ✓
7. جميع الهرمونات تعمل منفردة✗ .
8. النقل القطبي من خصائص الأوكسين✓ .
9. المستقبلات الهرمونية تبدأ الاستجابة✓ .
10. الاتزان الهرموني مهم للنمو الطبيعي✓ .
11. توجد تفاعلات بين الهرمونات المختلفة✓ .
12. تستجيب جميع الأنسجة بالطريقة نفسها للهرمون✗ .
13. الستريجولاكتونات تؤثر في التفرع✓ .
14. البراسينوستيرويدات تشارك في الإنبات✓ .
15. انتقال الهرمونات يختلف حسب نوعها. ✓
16. ABAمشتق من مركبات كاروتينويدية✓ .
17. ACCوسيط في تخليق الإيثيلين✓ .
18. السيتوكينينات مشتقات للأدينين✓ .
19. الجبريللينات تنتج من أكسدة✓ ent-kaurene.
20. الإشارات الهرمونية جزء من نظام الاتصال داخل النبات✓ .

المحاضرة الثالثة

الأوكسيناتAuxins

أولاً: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

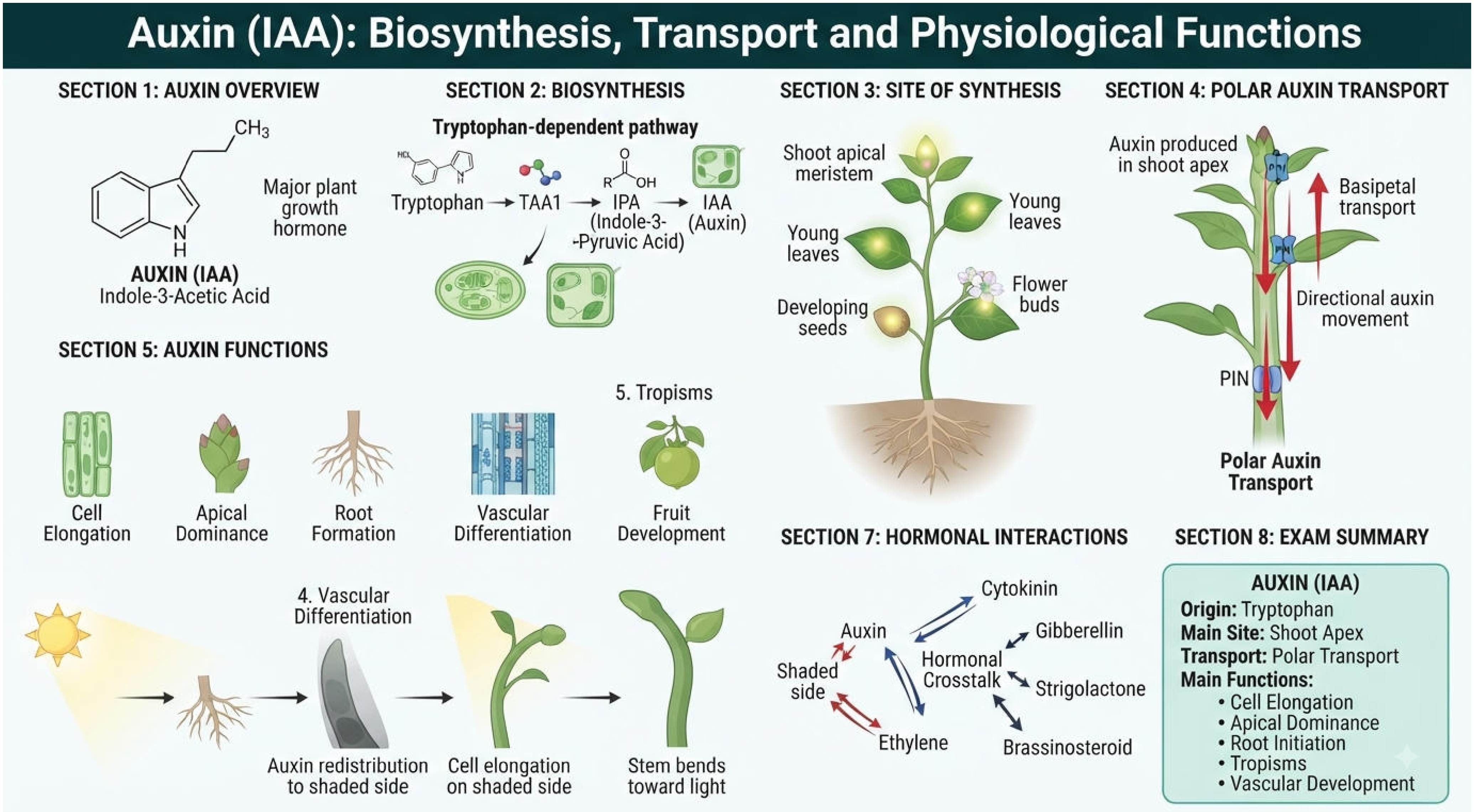
1. يعرّف الأوكسينات ويشرح أهم وظائفها في النبات.
2. يفسر مسارات تخليق الأوكسين وانتقاله داخل النبات.
3. يوضح آلية الاستجابة الخلوية للأوكسين وعلاقتها بالنمو والتطور.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب طبيعة الأوكسينات وأدوارها الفسيولوجية في النبات.

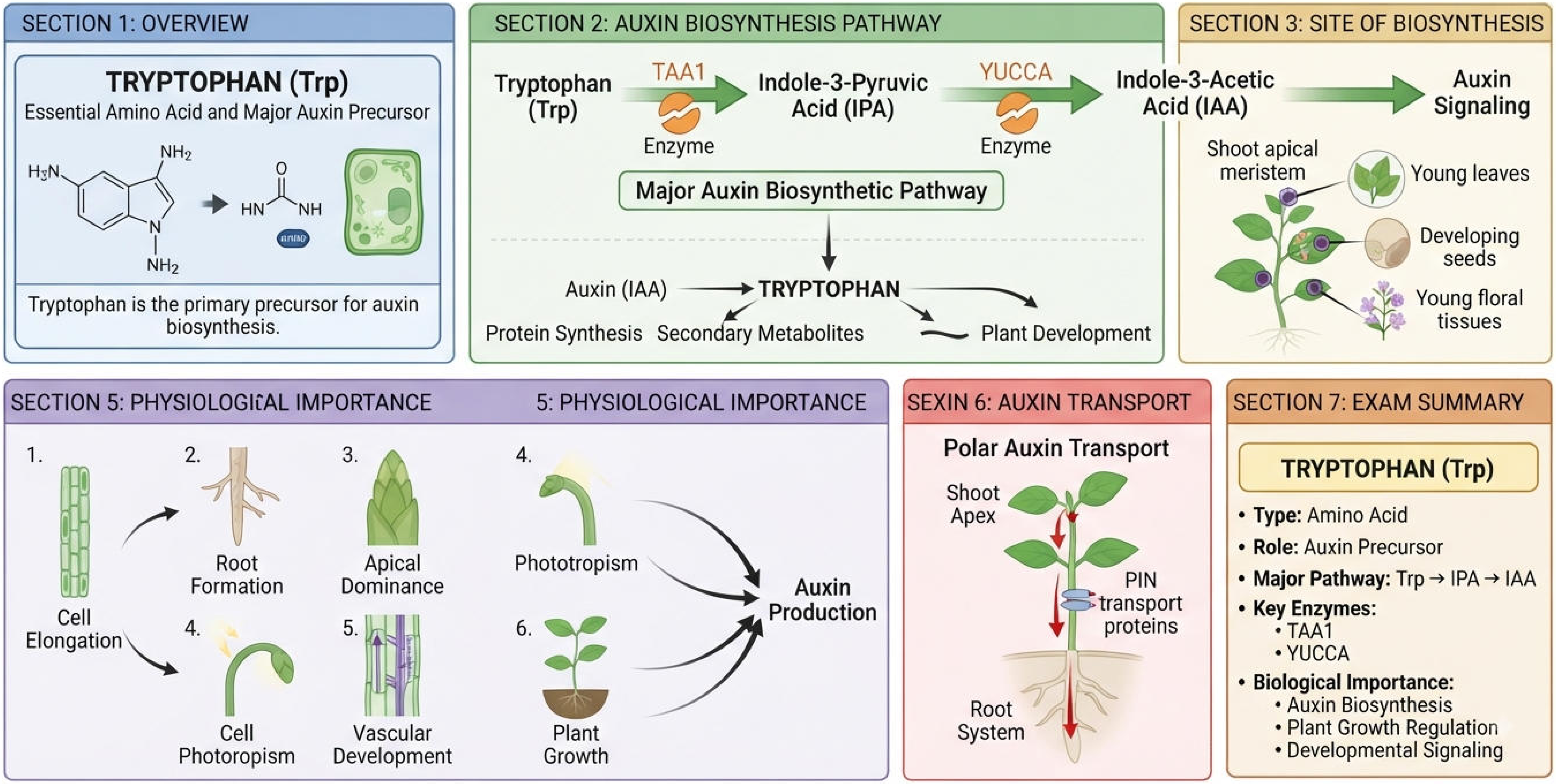
المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل العلاقة بين توزيع الأوكسين ونمو الأعضاء النباتية المختلفة.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يفسر الظواهر النمائية المختلفة اعتماداً على حركة الأوكسين وتأثيراته.



Auxin (IAA): Biosynthesis, Transport and Physiological Functions
SECTION 1: AUXIN OVERVIEW
CH3
N
H
Major plant growth hormone
AUXIN (IAA)
Indole-3-Acetic Acid
SECTION 2: BIOSYNTHESIS
Tryptophan-dependent pathway
Tryptophan → TAA1 → IPA (Indole-3-Pyruvic Acid) → IAA (Auxin)
O
R
OH
SECTION 3: SITE OF SYNTHESIS
Shoot apical meristem
Young leaves
Young leaves
Flower buds
Developing seeds
SECTION 4: POLAR AUXIN TRANSPORT
Auxin produced in shoot apex
Basipetal transport
Directional auxin movement
PIN
Polar Auxin Transport
SECTION 5: AUXIN FUNCTIONS
Cell Elongation
Apical Dominance
Root Formation
Vascular Differentiation
5. Tropisms
Fruit Development
4. Vascular Differentiation
Auxin redistribution to shaded side
Cell elongation on shaded side
Stem bends toward light
SECTION 7: HORMONAL INTERACTIONS
Cytokinin
Auxin
Gibberellin
Shaded side
Hormonal Crosstalk
Strigolactone
Ethylene
Brassinosteroid
SECTION 8: EXAM SUMMARY
AUXIN (IAA)
Origin: Tryptophan
Main Site: Shoot Apex
Transport: Polar Transport
Main Functions:
• Cell Elongation
• Apical Dominance
• Root Initiation
• Tropisms
• Vascular Development

Tryptophan: The Main Precursor of Auxin (IAA) Biosynthesis



ثالثاً: مقدمة

يعد الأوكسين أول هرمون نباتي تم اكتشافه، كما يمثل أحد أهم الهرمونات المنظمة للنمو والتطور النباتي. وقد بدأ اكتشافه من خلال الدراسات التي تناولت انحناء البادرات نحو الضوء، حيث تبين وجود مادة تنتقل من القمة النامية وتتحكم في استطالة الخلايا.

ويؤكد الكتاب أن الأوكسين لا يعمل فقط كمنظم لاستطالة الخلايا، بل يشارك أيضاً في تكوين الأعضاء وتنظيم القطبية النباتية والتمايز الوعائي وتوجيه النمو والاستجابات البيئية المختلفة. كما أن الحركة القطبية للأوكسين تمثل إحدى أهم الخصائص الفريدة بين الهرمونات النباتية .

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالأوكسينات؟

ج: الأوكسينات مجموعة من الهرمونات النباتية التي تنظم العديد من العمليات المرتبطة بالنمو والتطور النباتي.

ويعد الأوكسين من أهم الإشارات النمائية التي تستخدمها النباتات للتحكم في:

- استطالة الخلايا.
- تكوين الأعضاء.
- تنظيم القطبية.
- الاستجابات للضوء والجاذبية.

س: كيف تم اكتشاف الأوكسين؟

ج: تم اكتشاف الأوكسين أثناء دراسة الانتحاء الضوئي في الأدمة.

وقد أظهرت هذه الدراسات أن القمة النامية تستشعر الضوء وتنتج إشارة تنتقل إلى أسفل، مما يؤدي إلى انحناء العضو النباتي نحو مصدر الضوء.

ومن هذه التجارب تم التعرف على الأوكسين بوصفه أول هرمون نباتي معروف .

س: ما أهمية اكتشاف الأوكسين في علم فسيولوجيا النبات؟

ج: يمثل اكتشاف الأوكسين نقطة تحول مهمة في فهم تنظيم النمو النباتي.

فقد أثبت أن النباتات تمتلك نظاماً داخلياً من الإشارات الكيميائية القادرة على التحكم في النمو والتطور والاستجابة للبيئة.

كما فتح المجال لاكتشاف الهرمونات النباتية الأخرى .

س: ما أهم وظائف الأوكسين في النبات؟

ج: للأوكسين العديد من الوظائف المهمة منها:

- تعزيز استطالة الخلايا.
- تنظيم الإنتحاءات.
- المحافظة على القطبية النباتية.

- تنظيم تكوين الأنسجة الوعائية.
- المساهمة في تكوين الأعضاء الجديدة.
- التأثير في نمو الجذور والبراعم.

س: ما المقصود باستطالة الخلايا؟

ج: استطالة الخلايا هي زيادة طول الخلية بعد تكونها نتيجة الانقسام الخلوي.

ويعد الأوكسين من أهم العوامل المنظمة لهذه العملية في السيقان والأدمة.

وتؤدي الاستطالة إلى زيادة طول العضو النباتي ونموه .

س: ما العلاقة بين الأوكسين والانتحاء الضوئي؟

ج: الانتحاء الضوئي هو نمو العضو النباتي استجابة لاتجاه الضوء.

وقد أوضحت الدراسات أن الأوكسين يعاد توزيعه بين جانبي العضو المعرض للضوء.

ويؤدي هذا التوزيع غير المتساوي إلى اختلاف معدلات النمو بين الجانبين وحدوث الانحناء نحو الضوء .

س: ما المقصود بالقطبية النباتية؟

ج: القطبية النباتية تعني وجود اتجاهات محددة للنمو والتطور داخل النبات.

فالجذر يمثل القطب السفلي.

والساق تمثل القطب العلوي.

ويؤدي الأوكسين دوراً أساسياً في المحافظة على هذه القطبية وتنظيمها.

س: ما المادة الوسيطة الأساسية في تصنيع الأوكسين؟

ج: يذكر الكتاب أن المركب: **Indole-3-pyruvate** هو الوسيط الرئيس في مسار تصنيع الأوكسين داخل النبات.

ويمثل مرحلة مهمة في تكوين الصورة الفعالة من الهرمون .

س: أين يتم تصنيع الأوكسين في النبات؟

ج: يرتبط تصنيع الأوكسين غالباً بالأنسجة النشطة النمو.

وخاصة المناطق التي يحدث فيها نمو سريع وتكوين أعضاء جديدة.

لذلك يرتبط وجوده بصورة واضحة بالقمم النامية والأنسجة الفتية .

س: ما المقصود بحركة الأوكسين؟

ج: يقصد بها انتقال جزيئات الأوكسين من أماكن إنتاجها إلى أماكن تأثيرها داخل النبات.

وتتم هذه الحركة بطرق منظمة ودقيقة لضمان حدوث النمو الطبيعي .

س: لماذا يعد نقل الأوكسين مهماً؟

ج: لأن تأثير الأوكسين يعتمد بدرجة كبيرة على مكان وجوده داخل النبات.

فقد يؤدي اختلاف توزيعه بين الأنسجة المختلفة إلى استجابات نمو مختلفة تماماً.

وبالتالي فإن تنظيم النقل يعد جزءاً أساسياً من تنظيم النمو .

س: ما المقصود بالنقل القطبي للأوكسين؟

ج: النقل القطبي هو انتقال الأوكسين في اتجاه محدد داخل النبات.

ويعد من أكثر الصفات تميزاً للأوكسين مقارنة بالهرمونات الأخرى.

ويحافظ هذا النقل على تنظيم النمو والتطور بصورة دقيقة .

س: لماذا يعتبر النقل القطبي ظاهرة مهمة؟

ج: لأنه يساهم في:

- المحافظة على القطبية النباتية.
- توجيه النمو.
- تكوين الأعضاء.
- تنظيم استجابات النبات للبيئة.

كما يعد أحد الأسس التي يعتمد عليها التطور البنائي للنبات .

س: ما العوامل التي تتحكم في حركة الأوكسين؟

ج: يوضح الكتاب أن حركة الأوكسين تخضع لعدة آليات تنظيمية.

وتشمل هذه الآليات بروتينات متخصصة تتحكم في إدخال الأوكسين وإخراجه من الخلايا.

وبذلك يتم التحكم في اتجاه الحركة ومعدلها داخل النبات .

س: كيف يحافظ النبات على تدفق الأوكسين؟

ج: يحافظ النبات على تدفق الأوكسين من خلال أنظمة نقل متخصصة تعمل بصورة منظمة بين الخلايا المتجاورة.

وتسمح هذه الأنظمة بإنشاء تيارات أوكسينية مستمرة داخل النبات .

س: ما المقصود بتيارات الأوكسين القطبية؟

ج: هي مسارات انتقال منتظمة للأوكسين داخل النبات.

ويذكر الكتاب أن هذه التيارات تساهم في الحفاظ على التنظيم البنائي والوظيفي للنبات .

س: ما العلاقة بين الأوكسين وتكوين الأعضاء النباتية؟

ج: يلعب الأوكسين دوراً مهماً في تحديد أماكن تكوين الأعضاء الجديدة.

كما يشارك في تنظيم أنماط النمو المختلفة داخل القمم النامية.

لذلك يعد أحد أهم الهرمونات المسؤولة عن تشكيل الجسم النباتي .

س: ما دور الأوكسين في التمايز الوعائي؟

ج: يساهم الأوكسين في تنظيم تكوين الأنسجة الوعائية.

كما يساعد في تحديد مسارات التمايز الخاصة بالخلايا التي ستتحول لاحقاً إلى عناصر وعائية.

وبذلك يشارك في بناء أنظمة النقل داخل النبات .

س: كيف تستجيب الخلايا للأوكسين؟

ج: تبدأ الاستجابة عندما يرتبط الأوكسين بمكونات الاستقبال الخاصة به داخل الخلية.

ثم تبدأ سلسلة من التفاعلات التي تؤدي إلى تغيير نشاط عدد من الجينات والبروتينات.

وينتج عن ذلك ظهور الاستجابة الفسيولوجية المناسبة .

س: ما المقصود بإشارة الأوكسين؟

ج: إشارة الأوكسين هي مجموعة الأحداث الجزيئية التي تبدأ بإدراك الأوكسين وتنتهي بحدوث التغير المطلوب داخل الخلية. وتعد جزءاً من منظومة نقل الإشارة الهرمونية في النبات .

س: هل تعتمد استجابة الأوكسين على المستقبلات فقط؟

ج: لا

فالاستجابة النهائية تعتمد على:

- تركيز الأوكسين.
- نوع النسيج.
- المرحلة النمائية.
- التفاعل مع الهرمونات الأخرى.
- حالة الخلية الفسيولوجية.

ولذلك تختلف الاستجابات باختلاف الظروف .

س: كيف يتم تنظيم استجابة الأوكسين داخل الخلية؟

ج: يوضح الكتاب أن تنظيم الاستجابة يعتمد بدرجة كبيرة على إزالة البروتينات المثبطة للاستجابة.

وعندما يتم التخلص من هذه المثبطات تنشط الجينات المرتبطة بالأوكسين، فتظهر التأثيرات النمائية المختلفة .

س: ما أهمية التنظيم السلبي في مسار الأوكسين؟

ج: التنظيم السلبي يسمح بتحكم دقيق في شدة الاستجابة ومدتها.

كما يمنع حدوث استجابات غير مناسبة قد تؤثر في النمو الطبيعي للنبات .

س: كيف يتفاعل الأوكسين مع الهرمونات الأخرى؟

ج: لا يعمل الأوكسين بصورة مستقلة.

بل يتفاعل مع:

- الجبريللينات.
- السيتوكينينات.
- الإيثيلين.
- حمض الأبسيسيك.
- الستريجولاكتونات.

وتسهم هذه التفاعلات في تحديد الاستجابة النهائية للنبات .

س: ما أهمية الأوكسين في فهم النمو النباتي؟

ج: لأن كثيراً من العمليات النمائية الأساسية تعتمد عليه بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

كما أن فهم الأوكسين يمثل أساساً لفهم بقية الهرمونات النباتية وآليات تنظيم النمو والتطور داخل النبات .

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالأوكسين؟

الإجابة: هرمون نباتي ينظم العديد من عمليات النمو والتطور.

س2: كيف اكتشف الأوكسين؟

الإجابة: من خلال دراسة الانتحاء الضوئي.

س3: ما أهم وظائف الأوكسين؟

الإجابة: استطالة الخلايا وتنظيم القطبية وتكوين الأعضاء.

س4: ما الوسيط الرئيس لتخليق الأوكسين؟

الإجابة: Indole-3-pyruvate.

س5: ما المقصود بالنقل القطبي؟

الإجابة: انتقال الأوكسين في اتجاه محدد داخل النبات.

س6: لماذا يعد النقل القطبي مهماً؟

الإجابة: لأنه يحافظ على تنظيم النمو والقطبية النباتية.

س7: ما دور الأوكسين في الانتحاء الضوئي؟

الإجابة: إعادة توزيعه تؤدي إلى اختلاف النمو وحدوث الانحناء.

س8: ما المقصود بإشارة الأوكسين؟

الإجابة: سلسلة الأحداث التي تبدأ بإدراك الأوكسين وتنتهي بالاستجابة.

س9: ما دور الأوكسين في التمايز الوعائي؟

الإجابة: تنظيم تكوين الأنسجة الوعائية.

س10: هل يعمل الأوكسين منفرداً؟

الإجابة: لا، بل يتفاعل مع هرمونات أخرى.

سادساً: أسئلة اختيار من متعددMCQ

1. الأوكسين هو:
- أ. هرمون حيواني
- ب. هرمون نباتي ✅
- ج. إنزيم
- د. بروتين تخزين
2. اكتشف الأوكسين عند دراسة:
- أ. الإزهار
- ب. السكون
- ج. الانتحاء الضوئي ✅
- د. الإنبات
3. الوسيط الرئيس لتخليق الأوكسين هو:
- أ. ACC
- ب. ✅ Indole-3-pyruvate
- ج. Methionine
- د. Campesterol
4. يتميز الأوكسين بـ:
- أ. النقل القطبي ✅
- ب. الحالة الغازية
- ج. عدم الحركة
- د. الذوبان المحدود
5. يساعد الأوكسين على:
- أ. استطالة الخلايا ✅
- ب. توقف النمو
- ج. تحلل الكلوروفيل
- د. تثبيت النيتروجين
6. يرتبط الأوكسين بـ:
- أ. تكوين الأعضاء ✅

- ب. التنفس فقط
- ج. البناء الضوئي فقط
- د. امتصاص الماء فقط

7. يعمل الأوكسين في:

- أ. تنظيم القطبية ✅
- ب. منع النقل
- ج. إيقاف الانقسام
- د. تثبيط جميع العمليات

8. النقل القطبي يعني:

- أ. انتقالاً عشوائياً
- ب. انتقالاً موجهاً ✅
- ج. انتقالاً عبر الهواء
- د. انتقالاً خارج النبات

9. يعتمد تأثير الأوكسين على:

- أ. نوع النسيج ✅
- ب. لون النبات فقط
- ج. نوع التربة فقط
- د. حجم البذرة فقط

10. يعد الأوكسين:

- أ. من أهم الهرمونات المنظمة للنمو ✅
- ب. مادة تخزين
- ج. بروتيناً
- د. فيتاميناً

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. الأوكسين أول هرمون نباتي تم اكتشافه✓ .
2. يرتبط اكتشاف الأوكسين بدراسة الانتحاء الضوئي✓ .
3. الأوكسين يثبط جميع أنواع النمو ✗ .
4. يشارك الأوكسين في استطالة الخلايا. ✓
5. النقل القطبي من خصائص الأوكسين✓ .
6. يلعب الأوكسين دوراً في تكوين الأعضاء النباتية✓ .
7. لا يشارك الأوكسين في التمايز الوعائي✗ .
8. تختلف استجابة الأنسجة للأوكسين✓ .
9. يعتمد تأثير الأوكسين على تركيزه✓ .
10. يتفاعل الأوكسين مع هرمونات أخرى✓ .
11. ينتقل الأوكسين داخل النبات بآليات منظمة✓ .
12. Indole-3-pyruvate وسيط في تخليق الأوكسين✓ .
13. الأوكسين مسؤول عن كثير من العمليات النمائية✓ .
14. جميع الخلايا تستجيب للأوكسين بالطريقة نفسها. ✗
15. يرتبط الأوكسين بعمليات النمو والتطور✓ .
16. النقل القطبي يسهم في الحفاظ على القطبية النباتية✓ .
17. تنشط الاستجابة بعد إدراك الأوكسين بواسطة المستقبلات✓ .
18. يعتمد مسار الأوكسين على التنظيم السلبي✓ .
19. للأوكسين دور في تنظيم النمو الموجه✓ .
20. فهم الأوكسين أساس لفهم الهرمونات النباتية الأخرى✓ .

المحاضرة الرابعة

الجبريللينات Gibberellins

أولاً: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

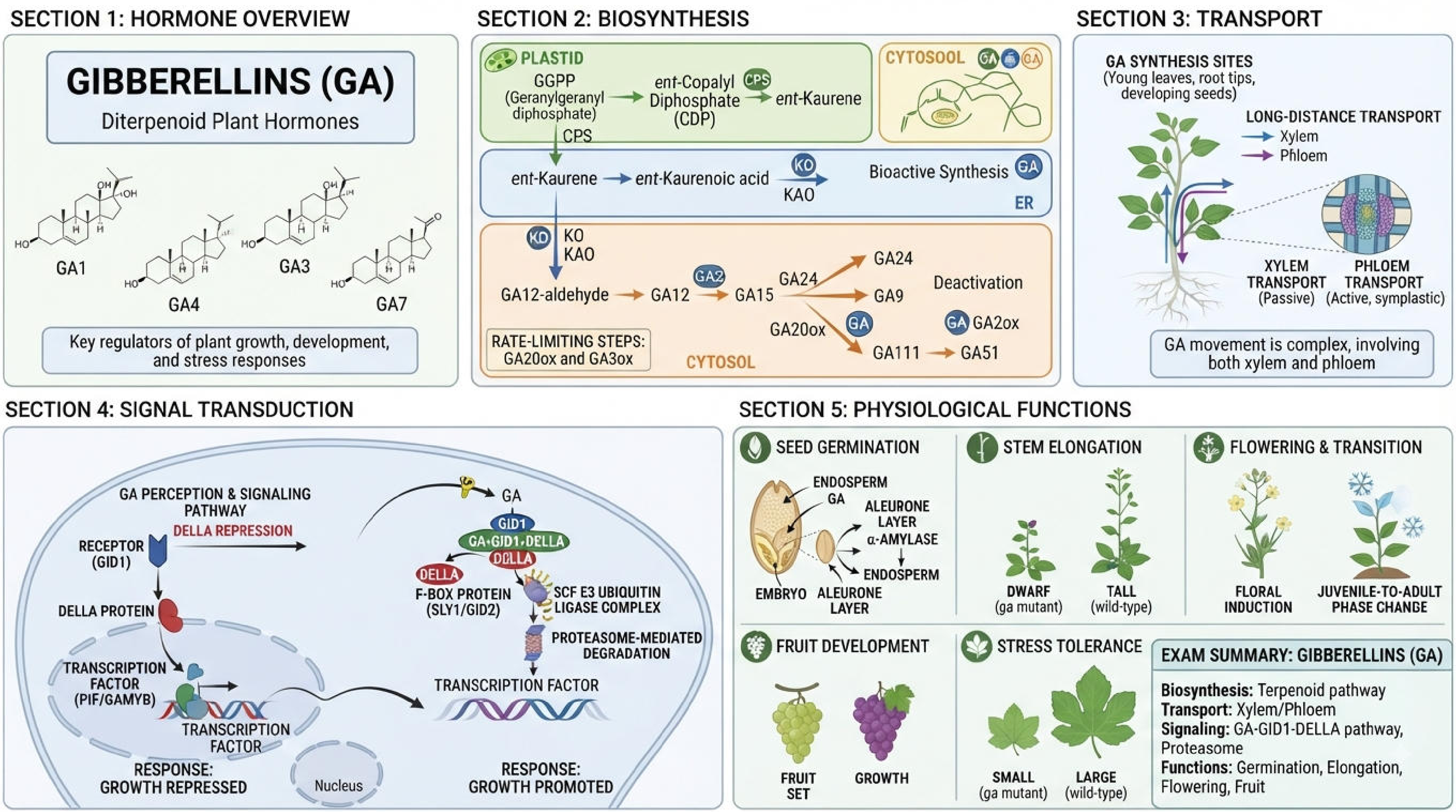
1. يعرّف الجبريللينات ويبين تاريخ اكتشافها.
2. يشرح مسار تخليق الجبريللينات داخل النبات.
3. يفسر دور الجبريللينات في تنظيم النمو والتطور النباتي.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهم K1 : أن يوضح الطالب طبيعة الجبريللينات ووظائفها الفسيولوجية المختلفة.

المهارات الذهنية I1 : أن يحلل العلاقة بين مستويات الجبريللينات والاستجابات النمائية المختلفة.

المهارات المهنية والعملية P1 : أن يوظف المعرفة الخاصة بالجبريللينات في تفسير الظواهر الزراعية والنمائية للنبات.


SECTION 1: HORMONE OVERVIEW
GIBBERELLINS (GA)
Diterpenoid Plant Hormones
GA1
GA4
GA3
GA7
Key regulators of plant growth, development, and stress responses
SECTION 2: BIOSYNTHESIS
PLASTID
GGPP (Geranylgeranyl diphosphate)
ent-Copalyl Diphosphate (CDP)
CPS
ent-Kaurene
CYTOSOOL
ent-Kaurene
ent-Kaurenoic acid
KO
KAO
Bioactive Synthesis
GA
ER
KO
KAO
GA12-aldehyde
GA12
GA2
GA15
GA24
GA24
GA9
Deactivation
GA20ox
GA
GA2ox
GA111
GA51
RATE-LIMITING STEPS: GA20ox and GA3ox
CYTOSOL
SECTION 3: TRANSPORT
GA SYNTHESIS SITES
(Young leaves, root tips, developing seeds)
LONG-DISTANCE TRANSPORT
Xylem
Phloem
XYLEM TRANSPORT (Passive)
PHLOEM TRANSPORT (Active, symplastic)
GA movement is complex, involving both xylem and phloem
SECTION 4: SIGNAL TRANSDUCTION
GA PERCEPTION & SIGNALING PATHWAY
DELLA REPRESSION
RECEPTOR (GID1)
DELLA PROTEIN
TRANSCRIPTION FACTOR (PIF/GAMYB)
TRANSCRIPTION FACTOR
RESPONSE: GROWTH REPRESSED
Nucleus
GA
GID1
GA-GID1-DELLA
DELLA
DELLA
F-BOX PROTEIN (SLY1/GID2)
SCF E3 UBIQUITIN LIGASE COMPLEX
PROTEASOME-MEDIATED DEGRADATION
TRANSCRIPTION FACTOR
RESPONSE: GROWTH PROMOTED
SECTION 5: PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS
SEED GERMINATION
ENDOSPERM
GA
ALEURONE LAYER
α-AMYLASE
ENDOSPERM
EMBRYO
ALEURONE LAYER
STEM ELONGATION
DWARF (ga mutant)
TALL (wild-type)
FLOWERING & TRANSITION
FLORAL INDUCTION
JUVENILE-TO-ADULT PHASE CHANGE
FRUIT DEVELOPMENT
FRUIT SET
GROWTH
STRESS TOLERANCE
SMALL (ga mutant)
LARGE (wild-type)
EXAM SUMMARY: GIBBERELLINS (GA)
Biosynthesis: Terpenoid pathway
Transport: Xylem/Phloem
Signaling: GA-GID1-DELLA pathway, Proteasome
Functions: Germination, Elongation, Flowering, Fruit

ثالثاً: مقدمة

تعد الجبريللينات من أهم الهرمونات النباتية المنظمة للنمو، وقد ارتبط اكتشافها بدراسة أحد الأمراض الشهيرة التي تصيب الأرز والمعروفة باسم مرض البادرات المتهكمة أو مرض الشتلات المجنونة. فقد لوحظ أن النباتات المصابة تنمو بصورة مفرطة وتصبح طويلة وضعيفة بصورة غير طبيعية.

وأدت دراسة هذا المرض إلى اكتشاف مجموعة من المركبات الكيميائية سميت بالجبريللينات، والتي تبين بعد ذلك أنها تشارك في العديد من العمليات النمائية المهمة مثل استطالة الساق والإنبات والإزهار والنمو الخضري .

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالجبريللينات؟

ج: الجبريللينات هي مجموعة من الهرمونات النباتية التي تنظم العديد من العمليات المرتبطة بالنمو والتطور النباتي. وتعد من أهم الهرمونات المحفزة للنمو خاصة النمو الطولي واستطالة السيقان .

س: كيف تم اكتشاف الجبريللينات؟

ج: تم اكتشاف الجبريللينات نتيجة دراسة مرض يصيب نباتات الأرز يعرف باسم: **Foolish Seedling Disease** أو مرض البادرات المتهكمة. وقد لوحظ أن النباتات المصابة تصبح طويلة بصورة غير طبيعية نتيجة إنتاج مركبات محفزة للنمو بواسطة الفطر المسبب للمرض. وأدى ذلك إلى التعرف على الجبريللينات بوصفها هرمونات مسؤولة عن تنشيط النمو الطولي .

س: لماذا يعد اكتشاف الجبريللينات مهماً؟

ج: لأن هذا الاكتشاف أثبت أن النمو الطولي للنبات لا يعتمد فقط على الأوكسين، بل تشارك فيه هرمونات أخرى ذات تأثير قوي. كما ساعد على فهم الكثير من الظواهر المتعلقة بالنمو والإزهار والإنبات .

س: ما أهم وظائف الجبريللينات؟

ج: تسهم الجبريللينات في:

- تعزيز نمو الساق.
- زيادة استطالة السلاميات.
- تنظيم الإنبات.
- المساهمة في الإزهار في بعض النباتات.
- التأثير في العديد من العمليات التطورية.

س: كيف تؤثر الجبريللينات في نمو الساق؟

ج: تعد الجبريللينات من أهم الهرمونات المسؤولة عن استطالة الساق.

وعند زيادة نشاط الجبريللينات يزداد طول السلاميات ويظهر نمو طولي واضح في النبات.

ولهذا ارتبط اكتشافها بظاهرة النمو المفرط في نباتات الأرز المصابة .

س: ما المقصود باستطالة السلاميات؟

ج: السلامية هي الجزء الواقع بين عقدتين على الساق.

وتؤدي زيادة استطالة السلاميات إلى زيادة طول الساق بالكامل.

وتسهم الجبريللينات بصورة مباشرة في تنظيم هذه العملية .

س: هل الجبريللينات هرمون واحد أم مجموعة هرمونية؟

ج: الجبريللينات ليست مركباً واحدا.

بل تمثل مجموعة كبيرة من المركبات الهرمونية التي تشترك في التركيب العام والوظيفة الحيوية.

وتوجد صور متعددة من الجبريللينات داخل النباتات المختلفة .

س: كيف يتم تصنيع الجبريللينات داخل النبات؟

ج: يوضح الكتاب أن تصنيع الجبريللينات يتم من خلال سلسلة من التفاعلات الأيضية المتتابعة.

وتبدأ هذه العملية من مركبات أولية ثم تمر بعدة مراحل حتى تتكون الصورة النشطة من الهرمون .

س: ما المركب الأساسي المرتبط بتخليق الجبريللينات؟

ج: يشير الكتاب إلى أن الجبريللينات يتم تصنيعها من خلال أكسدة مركب: **ent-kaurene** والذي يمثل خطوة رئيسية في المسار الحيوي لتكوين الجبريللينات .

س: لماذا يعد تخليق الجبريللينات مهماً؟

ج: لأن مستوى الجبريللينات داخل النبات يؤثر بصورة مباشرة في مقدار النمو والاستجابة الفسيولوجية.

لذلك يمثل تنظيم التخليق الحيوي أحد الوسائل الأساسية للتحكم في النمو .

س: ما المقصود بالاتزان الهرموني للجبريلينات؟

ج: يقصد بالاتزان الهرموني المحافظة على المستوى المناسب من الجبريللينات داخل النبات.

ويتحقق ذلك من خلال:

- التخليق الحيوي.
- النقل.
- التحلل.
- التعطيل الهرموني.

س: كيف تنتقل الجبريللينات داخل النبات؟

ج: تنتقل الجبريللينات من أماكن إنتاجها إلى الأنسجة المستهدفة داخل النبات.

ويتم توزيعها بوسائل النقل المختلفة الموجودة في الجسم النباتي لضمان وصولها إلى مواقع تأثيرها.

س: ما المقصود بإشارة الجبريللين؟

ج: إشارة الجبريللين هي سلسلة التفاعلات الجزيئية التي تبدأ بإدراك الهرمون وتنتهي بحدوث الاستجابة الفسيولوجية المناسبة. وتمثل هذه العملية جزءاً من نظام نقل الإشارة داخل النبات .

س: كيف تتعرف الخلية على الجبريللين؟

ج: تتعرف الخلية على الجبريللين بواسطة مستقبلات متخصصة.

وعند ارتباط الهرمون بالمستقبل تبدأ سلسلة من الأحداث التنظيمية التي تؤدي إلى الاستجابة المطلوبة .

س: هل تعتمد استجابة الجبريللينات على المستقبلات فقط؟

ج: لا

فالاستجابة تعتمد أيضاً على:

- تركيز الهرمون.
- نوع النسيج.
- عمر النسيج.
- الحالة النمائية للنبات.
- التفاعل مع الهرمونات الأخرى.

س: ما دور تحلل البروتينات في مسار الجبريللين؟

ج: يوضح الكتاب أن كثيراً من مسارات الإشارة الهرمونية النباتية تعتمد على إزالة بعض البروتينات المنظمة للاستجابة. ويعد هذا المبدأ من السمات الأساسية لتنظيم الإشارات الهرمونية في النبات .

س: كيف تؤثر الجبريللينات في الإنبات؟

ج: تلعب الجبريللينات دوراً مهماً في تنظيم الإنبات. إذ تساعد على تنشيط النمو الجنيني بعد انتهاء السكون وبدء مراحل الإنبات المختلفة .

س: ما العلاقة بين الجبريللينات وسكون البذور؟

ج: تعد الجبريللينات من الهرمونات المشجعة للإنبات.

ولذلك فإنها تعمل في اتجاه معاكس للتأثيرات المرتبطة بالسكون التي ينظمها حمض الأبسيسيك في كثير من الحالات .

س: ما أهمية نسبة ABA إلىGA ؟

ج: يشير الكتاب إلى أن كثيراً من العمليات النمائية لا تعتمد على هرمون واحد فقط.

وتعد العلاقة بين حمض الأبسيسيك والجبريللينات مثالاً مهماً على ذلك.

فالتوازن النسبي بينهما يسهم في تنظيم الإنبات والسكون والعديد من العمليات التطورية الأخرى .

س: ما علاقة الجبريللينات بالإزهار؟

ج: يوضح الكتاب أن الجبريللينات يمكن أن تسهم في تحفيز الإزهار في بعض النباتات.

وتشارك مع إشارات أخرى مثل الضوء والعوامل البيئية في تنظيم هذه العملية .

س: هل تعمل الجبريللينات منفردة أثناء النمو؟

ج: لا

فالجبريللينات تعمل ضمن شبكة متكاملة من الهرمونات النباتية.

وتوجد تفاعلات مستمرة بينها وبين:

- الأوكسينات.
- السيتوكينينات.
- الإيثيلين.
- حمض الأبسيسيك.
- البراسينوستيرويدات.

س: كيف تؤثر البيئة في نشاط الجبريللينات؟

ج: يمكن للظروف البيئية أن تؤثر في:

- تصنيع الجبريللينات.
- انتقالها.
- الاستجابة لها.

ولذلك تختلف النتائج الفسيولوجية باختلاف الظروف المحيطة بالنبات .

س: ما الفرق بين الأوكسينات والجبريللينات؟

ج: كلاهما من منظمات النمو المهمة.

لكن الكتاب يربط الأوكسين بصورة واضحة بالنقل القطبي وتنظيم القطبية والانتحاءات.

بينما ترتبط الجبريللينات بصورة خاصة بالنمو الطولي واستطالة الساق والإنبات .

س: لماذا تعد الجبريللينات من الهرمونات الرئيسية في النبات؟

ج: لأنها تنظم عدداً كبيراً من العمليات التطورية المهمة.

كما أنها تؤثر بصورة مباشرة في النمو الطولي والإنبات والإزهار والعديد من المظاهر النمائية الأخرى .

س: كيف تسهم الجبريللينات في التطور النباتي؟

ج: تعمل الجبريللينات كجزء من شبكة الإشارات التي تنسق بين النمو والتطور.

ومن خلال تفاعلها مع بقية الهرمونات تستطيع النباتات تنظيم مراحل الحياة المختلفة بصورة متكاملة .

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالجبريللينات؟

الإجابة: مجموعة من الهرمونات النباتية المنظمة للنمو والتطور.

س2: كيف اكتشفت الجبريللينات؟

الإجابة: من دراسة مرض البادرات المتهكمة في الأرز.

س3: ما أهم تأثيرات الجبريللينات؟

الإجابة: تعزيز النمو الطولي واستطالة الساق.

س4: ما المركب المرتبط بتخليق الجبريللينات؟

الإجابة.ent-kaurene :

س5: هل الجبريللينات مركب واحد؟

الإجابة: لا، هي مجموعة من المركبات الهرمونية.

س6: ما دور الجبريللينات في الإنبات؟

الإجابة: تشجع بدء النمو الجنيني والإنبات.

س7: ما العلاقة بين ABA والجبريللينات؟

الإجابة: التوازن بينهما يؤثر في السكون والإنبات.

س8: هل تشارك الجبريللينات في الإزهار؟

الإجابة: نعم، في بعض النباتات.

س9: هل تعمل الجبريللينات منفردة؟

الإجابة: لا، تتفاعل مع هرمونات أخرى.

س10: ما أهمية الجبريللينات في النمو؟

الإجابة: تنظيم النمو الطولي والتطور النباتي.

سادساً: أسئلة الاختيار من متعددMCQ

1.اكتشفت الجبريللينات أثناء دراسة:

أ. الإنبات
ب. الإزهار
ج. مرض البادرات المتهكمة ✅
د. النتح

2.الجبريللينات مسؤولة أساساً عن:

أ. تثبيت النيتروجين
ب. النمو الطولي✅
ج. البناء الضوئي
د. نقل الماء

3.المركب الرئيس في تخليق الجبريللينات:

أ. ACC
ب. Methionine
ج. ✅ ent-kaurene
د. Adenine

4.الجبريللينات:

أ. هرمون واحد ب. مجموعة هرمونات ✅ ج. بروتينات د. إنزيمات

5.من وظائف الجبريللينات:

أ. تعزيز الإنبات ✅ ب. تكوين الكلوروفيل فقط ج. النتح فقط د. التنفس فقط

6.تؤثر الجبريللينات في:

أ. استطالة السلاميات ✅ ب. لون التربة ج. ملوحة الماء د. تركيب الهواء

7.الاستجابة للجبريلينات تعتمد على:

أ. نوع النسيج ✅ ب. لون الساق ج. شكل الجذر فقط د. حجم الورقة فقط

8.تشارك الجبريللينات في:

أ. الإزهار ✅ ب. البناء الضوئي فقط ج. التنفس فقط د. الامتصاص فقط

9.العلاقة بين ABA و GAمهمة في:

أ. التنفس ب. النتح ج. السكون والإنبات ✅ د. تثبيت النيتروجين

10.الجبريللينات من:

أ. منظمات النمو النباتية ✅ ب. المغذيات المعدنية ج. الأحماض الأمينية د. السكريات

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. الجبرلينات مجموعة من الهرمونات النباتية✓ .
2. اكتشفت الجبرلينات أثناء دراسة الأرز✓ .
3. تؤدي الجبرلينات إلى تثبيط النمو الطولي✗ .
4. ترتبط الجبرلينات باستطالة الساق✓ .
5. يتم تصنيع الجبرلينات عبر مركب ent-kaurene. ✓
6. الجبرلينات تشارك في الإنبات✓ .
7. لا يوجد ارتباط بين الجبرلينات والإزهار✗ .
8. تعتمد الاستجابة للجبرلين على المستقبلات✓ .
9. تتفاعل الجبرلينات مع هرمونات أخرى✓ .
10. تعد الجبرلينات من أهم هرمونات النمو✓ .
11. مرض البادرات المتهكمة أدى إلى اكتشاف الجبرلينات✓ .
12. الجبرلينات ليست هرمونات نباتية✗ .
13. تؤثر الجبرلينات في استطالة السلاميات✓ .
14. يختلف تأثير الجبرلينات باختلاف الأنسجة✓ .
15. البيئة قد تؤثر في نشاط الجبرلينات✓ .
16. الجبرلينات جزء من شبكة الإشارات النباتية✓ .
17. الإنبات يتأثر بمستوى الجبرلينات✓ .
18. لا تنتقل الجبرلينات داخل النبات✗ .
19. التنظيم الهرموني يعتمد على الاتزان بين الهرمونات✓ .
20. للجبرلينات أهمية كبيرة في النمو والتطور النباتي✓ .

المحاضرة الرابعة

السيتوكينيناتCytokinins

أولاً: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

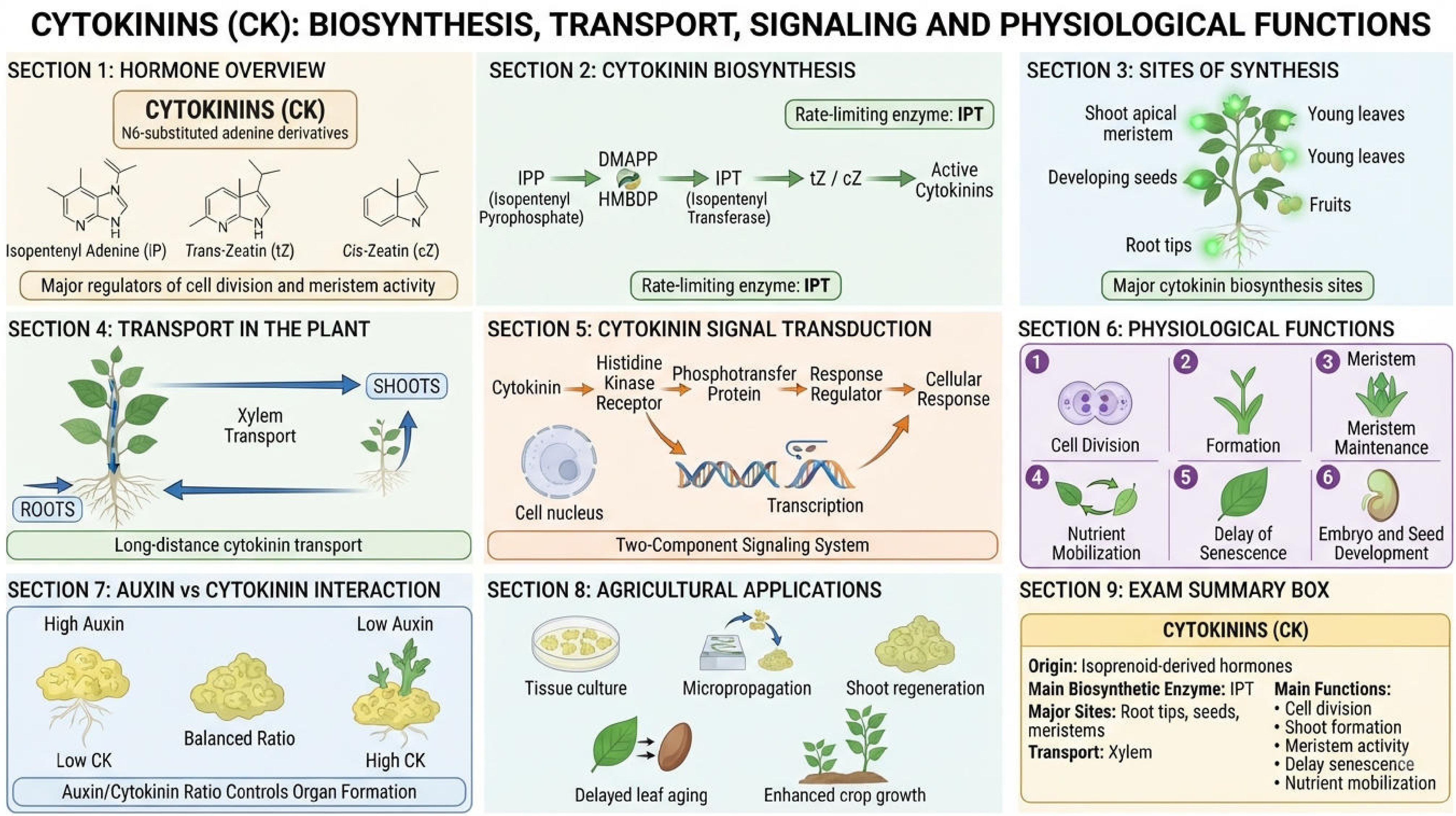
1. يعرّف السيتوكينينات ويشرح كيفية اكتشافها.
2. يوضح تخليق السيتوكينينات وانتقالها داخل النبات.
3. يفسر دور السيتوكينينات في تنظيم النمو والتطور النباتي.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب خصائص السيتوكينينات ووظائفها الفسيولوجية.

المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل دور السيتوكينينات في تنظيم الانقسام الخلوي والنمو.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يفسر الظواهر النمائية المرتبطة بالسيتوكينات في النبات.


CYTOKININS (CK): BIOSYNTHESIS, TRANSPORT, SIGNALING AND PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS
SECTION 1: HORMONE OVERVIEW
CYTOKININS (CK)
N6-substituted adenine derivatives
Isopentenyl Adenine (iP)
Trans-Zeatin (tZ)
Cis-Zeatin (cZ)
Major regulators of cell division and meristem activity
SECTION 2: CYTOKININ BIOSYNTHESIS
Rate-limiting enzyme: IPT
IPP (Isopentenyl Pyrophosphate)
DMAPP
HMBDP
IPT (Isopentenyl Transferase)
tZ / cZ
Active Cytokinins
Rate-limiting enzyme: IPT
SECTION 3: SITES OF SYNTHESIS
Shoot apical meristem
Young leaves
Young leaves
Developing seeds
Fruits
Root tips
Major cytokinin biosynthesis sites
SECTION 4: TRANSPORT IN THE PLANT
SHOOTS
Xylem Transport
ROOTS
Long-distance cytokinin transport
SECTION 5: CYTOKININ SIGNAL TRANSDUCTION
Cytokinin
Histidine Kinase Receptor
Phosphotransfer Protein
Response Regulator
Cellular Response
Cell nucleus
Transcription
Two-Component Signaling System
SECTION 6: PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS
1 Cell Division
2 Formation
3 Meristem
Meristem Maintenance
4 Nutrient Mobilization
5 Delay of Senescence
6 Embryo and Seed Development
SECTION 7: AUXIN vs CYTOKININ INTERACTION
High Auxin
Low CK
Balanced Ratio
Low Auxin
High CK
Auxin/Cytokinin Ratio Controls Organ Formation
SECTION 8: AGRICULTURAL APPLICATIONS
Tissue culture
Micropropagation
Shoot regeneration
Delayed leaf aging
Enhanced crop growth
SECTION 9: EXAM SUMMARY BOX
CYTOKININS (CK)
Origin: Isoprenoid-derived hormones
Main Biosynthetic Enzyme: IPT
Major Sites: Root tips, seeds, meristems
Transport: Xylem
Main Functions:
• Cell division
• Shoot formation
• Meristem activity
• Delay senescence
• Nutrient mobilization

ثالثاً: مقدمة

تم اكتشاف السيتوكينينات أثناء تجارب زراعة الأنسجة النباتية عندما لاحظ الباحثون وجود مركبات قادرة على تحفيز انقسام الخلايا واستمرار نمو الأنسجة. وقد أدى ذلك إلى التعرف على مجموعة من الهرمونات أطلق عليها السيتوكينينات.

وتعد السيتوكينينات من الهرمونات الأساسية المنظمة للنمو، حيث تشارك في تنظيم الانقسام الخلوي والتطور النباتي والتفاعل مع الهرمونات الأخرى داخل النبات .

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالسيتوكينينات؟

ج: السيتوكينينات مجموعة من الهرمونات النباتية التي تنظم انقسام الخلايا والعديد من العمليات النمائية الأخرى داخل النبات .

س: كيف تم اكتشاف السيتوكينينات؟

ج: تم اكتشاف السيتوكينينات خلال تجارب زراعة الأنسجة النباتية عندما تبين وجود عوامل قادرة على تحفيز استمرار الانقسام الخلوي ونمو الأنسجة المزروعة .

س: لماذا سميت بالسيتوكينينات؟

ج: يرتبط اسمها بقدرتها على تعزيز الانقسام الخلوي، إذ ترتبط كلمة Cytokinin بكلمة Cytokinesis التي تشير إلى عملية انقسام الخلية .

س: ما الطبيعة الكيميائية للسيتوكينينات؟

ج: السيتوكينينات عبارة عن مشتقات للأدينين تحتوي على سلاسل جانبية إيزوبرينية مميزة .

س: ما أهمية السيتوكينينات في النبات؟

ج: تسهم السيتوكينينات في:

- تنظيم الانقسام الخلوي.
- تنظيم النمو والتطور.
- التأثير في تكوين الأعضاء.
- التفاعل مع هرمونات النمو الأخرى.

س: كيف تؤثر السيتوكينينات في الانقسام الخلوي؟

ج: تعد السيتوكينينات من أهم الهرمونات التي تعزز انقسام الخلايا، ولذلك فإنها ضرورية لاستمرار نمو الأنسجة وتكوين أعضاء نباتية جديدة .

س: هل تعمل السيتوكينينات منفردة؟

ج: لا، فهي تتفاعل مع هرمونات أخرى مثل الأوكسينات والجبريللينات من أجل تنظيم النمو والتطور بصورة متكاملة .

س: كيف يتم تصنيع السيتوكينينات؟

ج: يتم تخليق السيتوكينينات داخل النبات من خلال مسارات حيوية خاصة تؤدي إلى تكوين مشتقات الأدينين النشطة فسيولوجياً.

س: ما المقصود بالاتزان الهرموني للسيتوكينينات؟

ج: هو المحافظة على المستوى الملائم من السيتوكينينات داخل النبات من خلال التخليق والنقل والتحلل والتنظيم المستمر للهرمون .

س: كيف تنتقل السيتوكينينات داخل النبات؟

ج: تنتقل السيتوكينينات من أماكن إنتاجها إلى الأنسجة المختلفة التي تستجيب لها من خلال أنظمة النقل النباتية المختلفة .

س: كيف تستجيب الخلايا للسيتوكينينات؟

ج: ترتبط السيتوكينينات بمستقبلات متخصصة داخل الخلية، ثم تبدأ سلسلة من عمليات نقل الإشارة التي تنتهي بحدوث الاستجابة المناسبة .

س: ما أصل مسار الإشارة الخاص بالسيتوكينينات؟

ج: يوضح الكتاب أن مسار نقل الإشارة الخاص بالسيتوكينينات مشتق من نظام تنظيمي بكتيري يعرف باسم:

Two-Component Regulatory System أو نظام التنظيم ثنائي المكونات .

س: ماذا يميز مسار السيتوكينين الهرموني؟

ج: أنه يعتمد على سلسلة من عمليات نقل الإشارة المنظمة التي تسمح بتحويل الإشارة الهرمونية إلى استجابة خلوية دقيقة .

س: هل تختلف استجابة الأنسجة للسيتوكينينات؟

ج: نعم، تختلف الاستجابة تبعاً لنوع النسيج وعمره ومرحلته النمائية وكذلك تبعاً لمستوى الهرمونات الأخرى الموجودة داخله .

س: ما العلاقة بين السيتوكينينات والأوكسينات؟

ج: توجد علاقة تنظيمية مهمة بين السيتوكينينات والأوكسينات، ويؤثر التوازن بينهما في العديد من عمليات النمو والتطور وتكوين الأعضاء .

س: لماذا تعد السيتوكينينات من الهرمونات الرئيسية في النبات؟

ج: لأنها تشارك بصورة مباشرة في تنظيم الانقسام الخلوي والتطور النباتي وتعمل ضمن شبكة متكاملة من الإشارات الهرمونية .

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالسيتوكينينات؟

الإجابة: مجموعة من الهرمونات النباتية المنظمة للانقسام الخلوي.

س2: كيف اكتشفت السيتوكينينات؟

الإجابة: أثناء تجارب زراعة الأنسجة النباتية.

س3: ما الطبيعة الكيميائية للسيتوكينينات؟

الإجابة: مشتقات الأدينين ذات سلاسل إيزوبرينية.

س4: ما أبرز وظيفة للسيتوكينينات؟

الإجابة: تحفيز الانقسام الخلوي.

س5: هل تعمل السيتوكينينات منفردة؟

الإجابة: لا، بل تتفاعل مع هرمونات أخرى.

س6: كيف تستجيب الخلايا للسيتوكينين؟

الإجابة: من خلال ارتباطه بمستقبلات متخصصة.

س7: ما أصل نظام الإشارة الخاص بالسيتوكينينات؟

الإجابة: النظام البكتيري ثنائي المكونات.

س8: هل تختلف الاستجابة حسب النسيج؟

الإجابة: نعم.

س9: ما أهمية الاتزان الهرموني؟

الإجابة: ضمان المستويات المناسبة للنشاط الهرموني.

س10: ما العلاقة بين الأوكسينات والسيتوكينينات؟

الإجابة: توجد بينهما تفاعلات تنظيمية تؤثر في تكوين الأعضاء والنمو.

سادساً: أسئلة الاختيار من متعددMCQ

1. اكتشفت السيتوكينينات أثناء:
- أ. دراسة البناء الضوئي
- ب. زراعة الأنسجة ✅
- ج. امتصاص الماء
- د. الإنبات

2. السيتوكينينات أساساً:
- أ. مثبطات نمو
- ب. منشطات انقسام الخلايا ✅
- ج. إنزيمات
- د. سكريات

3. السيتوكينينات مشتقات:
- أ. الجلوكوز
- ب. الأدينين ✅
- ج. الميثيونين
- د. الكاروتينات

4. من أهم وظائفها:
- أ. الانقسام الخلوي ✅
- ب. التمثيل الضوئي فقط
- ج. التنفس فقط
- د. الامتصاص فقط

5. مسار الإشارة الخاص بها مشتق من:
- أ. نظام ثنائي المكونات ✅
- ب. البناء الضوئي
- ج. التنفس
- د. تثبيت النيتروجين

6. تعتمد الاستجابة على:
- أ. نوع النسيج ✅

- ب. اللون فقط
- ج. حجم النبات فقط
- د. نوع التربة فقط

7. تتفاعل السيتوكينينات مع:

- أ. الأوكسينات ✅
- ب. لا تتفاعل مع أي هرمون
- ج. المعادن فقط
- د. الكربوهيدرات فقط

8. السيتوكينينات:

- أ. هرمونات نباتية ✅
- ب. أحماض أمينية
- ج. بروتينات
- د. فيتامينات

9. تساعد السيتوكينينات في:

- أ. تنظيم النمو ✅
- ب. إنتاج الضوء
- ج. تكوين التربة
- د. تثبيت الماء

10. اكتشافها ساعد على فهم:

- أ. الانقسام الخلوي ✅
- ب. التبخر
- ج. التجوية
- د. الترسيب

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. السيتوكينينات هرمونات نباتية✓ .
2. اكتشفت في تجارب زراعة الأنسجة✓ .
3. تعزز الانقسام الخلوي✓ .
4. هي مشتقات للأدينين✓ .
5. لا يوجد لها مستقبلات✗ .
6. تختلف الاستجابة لها بين الأنسجة✓ .
7. تعمل منفردة دائماً. ✗
8. لها دور في النمو والتطور النباتي✓ .
9. تعتمد على مسارات نقل إشارة خاصة✓ .
10. تدخل ضمن الهرمونات الرئيسية للنبات✓ .
11. السيتوكينينات تشارك في تنظيم النمو✓ .
12. ترتبط بالانقسام الخلوي✓ .
13. تنتقل داخل النبات✓ .
14. ليس لها أهمية فسيولوجية✗ .
15. تعمل ضمن شبكة هرمونية متكاملة✓ .
16. يمكن للأنسجة المختلفة أن تستجيب لها بصورة مختلفة✓ .
17. مسارها الإشاري مشتق من نظام بكتيري✓ .
18. يرتبط نشاطها بالاتزان الهرموني✓ .
19. تتفاعل مع الأوكسينات✓ .
20. تعد من منظمات النمو الأساسية في النبات✓ .

المحاضرة الخامسة

الإيثيلينEthylene

أولاً: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرّف الإيثيلين ويشرح خصائصه المميزة.
2. يوضح مسار تخليق الإيثيلين داخل النبات.
3. يفسر دور الإيثيلين في النمو والتطور النباتي.

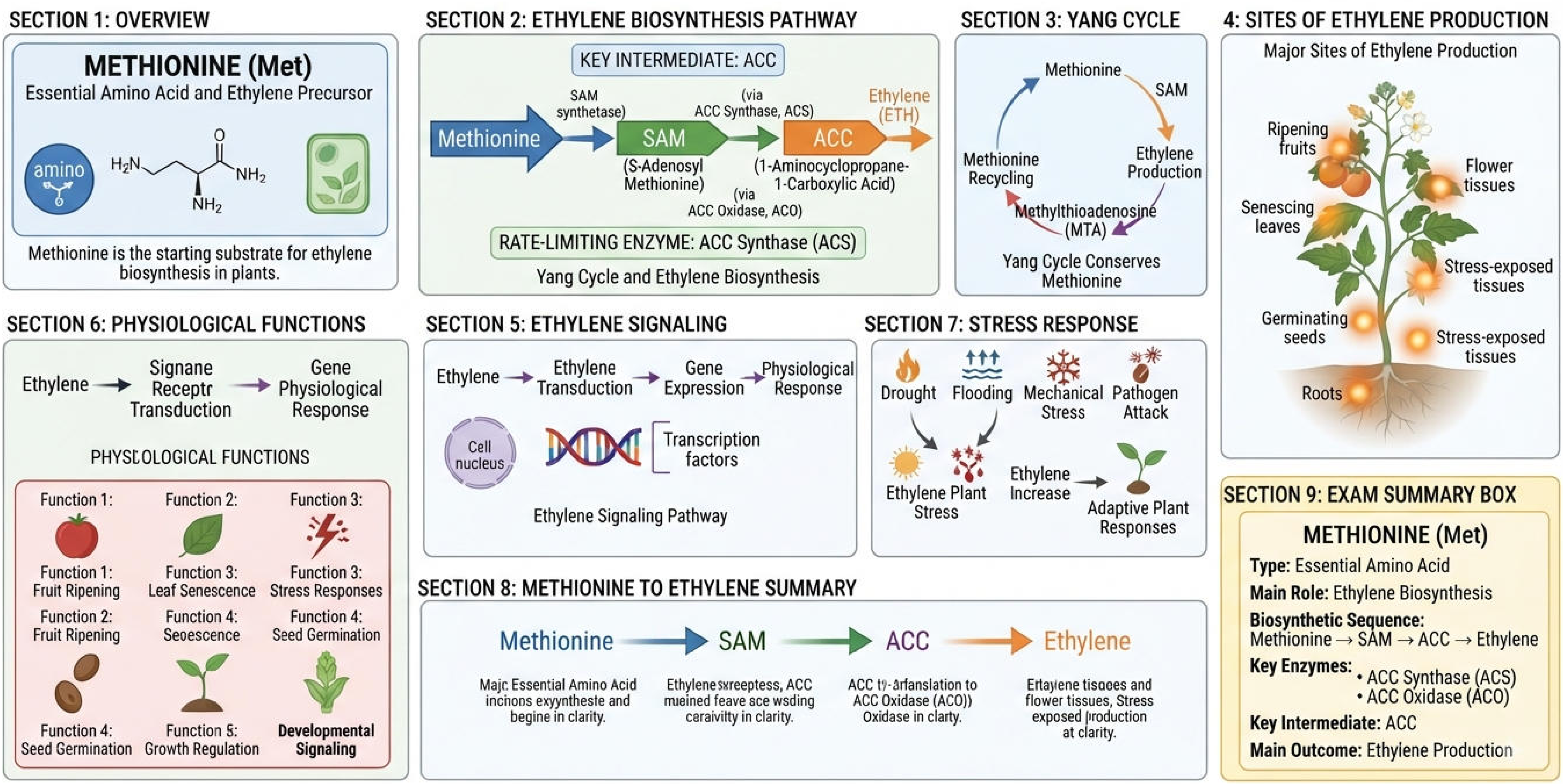
ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب طبيعة الإيثيلين ووظائفه الفسيولوجية المختلفة.

المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل تأثير الإيثيلين في العمليات التطورية للنبات.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يفسر الظواهر الزراعية المرتبطة بالإيثيلين باستخدام المفاهيم العلمية الصحيحة.

Methionine: The Primary Precursor of Ethylene Biosynthesis



ثالثاً: مقدمة

يتميز الإيثيلين عن بقية الهرمونات النباتية بكونه هرموناً غازياً. وقد ارتبطت دراسته بالعديد من الظواهر الفسيولوجية المهمة، خاصة نضج الثمار والتغيرات التطورية التي تحدث أثناء حياة النبات.

ويؤكد الكتاب أن الإيثيلين يشارك في تنظيم عدد كبير من العمليات النمائية والبيئية، وله آليات خاصة في التخليق والإدراك ونقل الإشارة تجعله من أكثر الهرمونات النباتية تميزا.

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالإيثيلين؟

ج: الإيثيلين هرمون نباتي غازي يعمل كإشارة كيميائية تنظم العديد من العمليات المرتبطة بالنمو والتطور النباتي .

س: ما الذي يميز الإيثيلين عن بقية الهرمونات النباتية؟

ج: يعد الإيثيلين الهرمون النباتي الوحيد الذي يوجد في الحالة الغازية.

ولهذا يستطيع الانتشار بسهولة داخل الأنسجة النباتية وحولها مقارنة بالهرمونات الأخرى .

س: ما أهمية الإيثيلين في النبات؟

ج: يشارك الإيثيلين في:

- نضج الثمار.
- تنظيم النمو والتطور.
- الاستجابات البيئية المختلفة.
- العديد من العمليات الفسيولوجية المرتبطة بدورة حياة النبات.

س: كيف تم التعرف على أهمية الإيثيلين؟

ج: تم التعرف على دوره من خلال ملاحظة تأثيره الواضح على نضج الثمار وعلى عدد من التغيرات النمائية التي تحدث في النباتات أثناء النمو والتطور .

س: كيف يتم تصنيع الإيثيلين داخل النبات؟

ج: يتم تصنيع الإيثيلين من الحمض الأميني: **الميثيونينMethionine**

عبر سلسلة من التفاعلات الحيوية المتتابعة .

س: ما المركب الوسيط الرئيسي في تخليق الإيثيلين؟

ج: يعد المركب: 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid **ACC**

الوسيط المباشر والأهم في مسار تصنيع الإيثيلين داخل النبات .

س: لماذا يعد ACC مهماً؟

ج: لأنه يمثل المرحلة السابقة مباشرة لتكوين الإيثيلين.

ولذلك فإن أي تغير في تكوين ACC ينعكس على كمية الإيثيلين المنتجة داخل النبات .

س: هل يخضع إنتاج الإيثيلين للتنظيم؟

ج: نعم.

يتم تنظيم إنتاج الإيثيلين بصورة دقيقة من خلال التحكم في خطوات التخليق الحيوي المختلفة للحفاظ على المستوى المناسب من الهرمون .

س: ما المقصود بالاتزان الهرموني للإيثيلين؟

ج: هو المحافظة على التوازن بين تخليق الإيثيلين وتحلله وتأثيراته الفسيولوجية بحيث تبقى استجابة النبات مناسبة لظروفه النمائية والبيئية .

س: كيف ينتقل الإيثيلين داخل النبات؟

ج: بسبب طبيعته الغازية يستطيع الإيثيلين الانتشار بسهولة خلال الفراغات الهوائية والأنسجة النباتية المختلفة .

س: ما المقصود بإشارة الإيثيلين؟

ج: إشارة الإيثيلين هي سلسلة الأحداث التي تبدأ بإدراك الهرمون وتنتهي بحدوث الاستجابة الخلوية أو الفسيولوجية المطلوبة .

س: كيف تدرك الخلايا وجود الإيثيلين؟

ج: تمتلك الخلايا النباتية مستقبلات متخصصة قادرة على التعرف على الإيثيلين وبدء مسار نقل الإشارة الهرموني الخاص به .

س: ما أهمية المستقبلات الهرمونية للإيثيلين؟

ج: المستقبلات تمثل نقطة البداية في الاستجابة للإيثيلين، إذ تحول وجود الهرمون إلى إشارات خلوية تؤدي إلى ظهور التأثيرات الفسيولوجية المختلفة .

س: ما أصل مسار الإشارة المرتبط بالإيثيلين؟

ج: يوضح الكتاب أن مسار الإشارة الخاص بالإيثيلين مشتق من نظام التنظيم ثنائي المكونات الموجود في البكتيريا.

س: هل يقتصر تأثير الإيثيلين على نضج الثمار؟

ج: لا

فعلى الرغم من أن نضج الثمار من أشهر أدواره، إلا أنه يشارك أيضاً في عدد كبير من العمليات التطورية الاخرى داخل النبات .

س: هل تختلف استجابة النباتات للإيثيلين؟

ج: نعم.

تختلف الاستجابة تبعاً لـ:

- نوع النسيج.
- المرحلة النمائية.
- تركيز الايثيلين.
- وجود هرمونات أخرى.

س: ما المقصود بالتداخل الهرموني فيما يخص لايثيلين؟

ج يقصد به التفاعل بين الايثيلين وغيره من لهرمونات النباتية لتنظيم لنمو والتطور بصورة متكاملة .

س: مع أي هرمونات يتفاعل لايثيلين؟

ج يتفاعل الايثيلين مع:

- لاوكسينات.
- السيتوكينينات.
- لجبريللينات.
- حمض الابسيسيك.
- لبرسينوستيرويدات
- لستريجولاكتونات.

مما يسمح للنبات بإنتاج استجابات متوازنة للظروف المختلفة

س: كيف يؤثر تركيز الايثيلين في الاستجابة؟

ج تعتمد الاستجابة على تركيز لايثيلين المتاح للأنسجة النباتية

وقد تختلف شدة التأثير تبعاً لاختلاف مستوى الهرمون داخل النبات .

س: هل البيئة تؤثر في إنتاج الايثيلين؟

ج نعم.

يمكن أن تؤثر لظروف لبيئية لمختلفة في تصنيع الايثيلين وإطلاقه واستجابة النبات له

س: لماذا يعد الايثيلين من الهرمونات لمهمة للنبات؟

ج لأنه يربط بين لاشارات النمائية والاستجابات البيئية.

كما أنه يشارك في مراحل مختلفة من دورة حياة النبات .

س: كيف يساهم الايثيلين في تنظيم التطور لنباتي؟

ج من خلال لتحكم في التعبير الجيني والاستجابات الفسيولوجية المرتبطة بالنمو والتطور داخل الانسجة المختلفة .

س: هل يعمل الايثيلين بصورة مستقلة؟

ج لا

فمثل بقية الهرمونات النباتية يعمل الايثيلين ضمن شبكة متكاملة من الاشارات لهرمونية التي تنظم نمو النبات وتطوره .

س: ما أهمية دراسة الايثيلين في مقرر منظمات النمو النباتية؟

ج: لان الايثيلين يمثل نموذجاً مهماً لفهم كيفية عمل الهرمونات النباتية، وكيفية انتقال الاشارات وتنظيم العمليات التطورية المختلفة داخل النبات .

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالإيثيلين؟

الاجابة: هرمون نباتي غازي ينظم النمو والتطور.

س2: ما الذي يميز الايثيلين؟

الاجابة: أنه الهرمون النباتي الغازي الوحيد.

س3: ما المادة الاولية لتخليق الايثيلين؟

الاجابة: الميثيونين.

س4: ما المركب الوسيط الرئيس؟

الاجابة: ACC.

س5: ما أهمية ACC ؟

الاجابة: يمثل الطور المباشر السابق لتكوين الايثيلين.

س6: ما أشهر وظيفة للايثيلين؟

الاجابة: نضج الثمار.

س7: كيف تدرك الخلايا الايثيلين؟

الاجابة: بواسطة مستقبلات متخصصة.

س8: هل يتفاعل الايثيلين مع هرمونات أخرى؟

الاجابة: نعم.

س9: هل تؤثر البيئة في إنتاج الايثيلين؟

الاجابة: نعم.

س10: لماذا يعد الايثيلين مهماً؟

الاجابة: لأنه ينظم العديد من العمليات النمائية والبيئية.

سادساً: أسئلة اختيار من متعدد MCQ

1. الإيثيلين هو:

أ بروتين
ب سكر
ج هرمون غازي ✅
د إنزيم

2. المادة الأولية لتخليق الإيثيلين:

أ الأدينين
ب الميثيونين ✅
ج الجلوكوز
د الفركتوز

3. المركب الوسيط في تخليق الإيثيلين

أ IAA
ب ABA
ج ACC ✅
د ATP

4. أشهر أدوار الإيثيلين

أ البناء الضوئي
ب نضج الثمار ✅
ج امتصاص الماء
د تثبيت النيتروجين

5. الإيثيلين:

أ صلب
ب سائل
ج غاز ✅
د لا ينتشر

6. يتم إدراك الإيثيلين بواسطة:

أ الإنزيمات ب المستقبلات ✅ ج الكربوهيدرات د البلاستيدات

7. يتفاعل الإيثيلين مع

أ الأوكسين ✅ ب الحديد فقط ج السكريات فقط د الماء فقط

8. يعتمد تأثير الإيثيلين على:

أ التركيز ✅ ب اللون فقط ج حجم النبات فقط د نوع البذرة فقط

9. مسار إشارة الإيثيلين مشتق من

أ. نظام ثنائي المكونات ✅ ب. البناء الضوئي ج. التنفس د. النتح

10. الإيثيلين من:

أ. منظمات النمو النباتية ✅ ب. المغذيات الكبرى ج. الأحماض الأمينية د. الفيتامينات

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. الايثيلين هرمون نباتي غازي✓ .
2. ينتج الايثيلين من الميثيونين✓ .
3. ACCوسيط في تخليق الايثيلين✓ .
4. الايثيلين لا يؤثر في نضج الثمار✗ .
5. يمتلك النبات مستقبلات للايثيلين✓ .
6. يتفاعل الايثيلين مع هرمونات أخرى✓ .
7. جميع الانسجة تستجيب له بالطريقة نفسها. ✗
8. البيئة تؤثر في إنتاج الايثيلين✓ .
9. الايثيلين جزء من شبكة الاشارات النباتية✓ .
10. يعد من منظمات النمو المهمة✓ .
11. الايثيلين هو الهرمون النباتي الغازي الوحيد. ✓
12. يبدأ تخليقه من الميثيونين✓ .
13. تختلف الاستجابة حسب نوع النسيج. ✓
14. لا توجد مستقبلات للايثيلين✗ .
15. للايثيلين دور في التطور النباتي✓ .
16. يشارك في الاستجابات البيئية✓ .
17. يعتمد تأثيره على تركيزه✓ .
18. يعمل منفرداً دائما. ✗
19. يشارك في تنظيم التعبير الجيني✓ .
20. دراسة الايثيلين مهمة لفهم منظمات النمو النباتية✓ .

المحاضرة السادسة

حمض الابسيسيكAbscisic Acid, ABA

أولا: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرّف حمض الابسيسيك ويبين أهم وظائفه.
2. يشرح كيفية تصنيع ABA داخل النبات.
3. يفسر دور ABA في السكون والاستجابة للإجهاد البيئي.

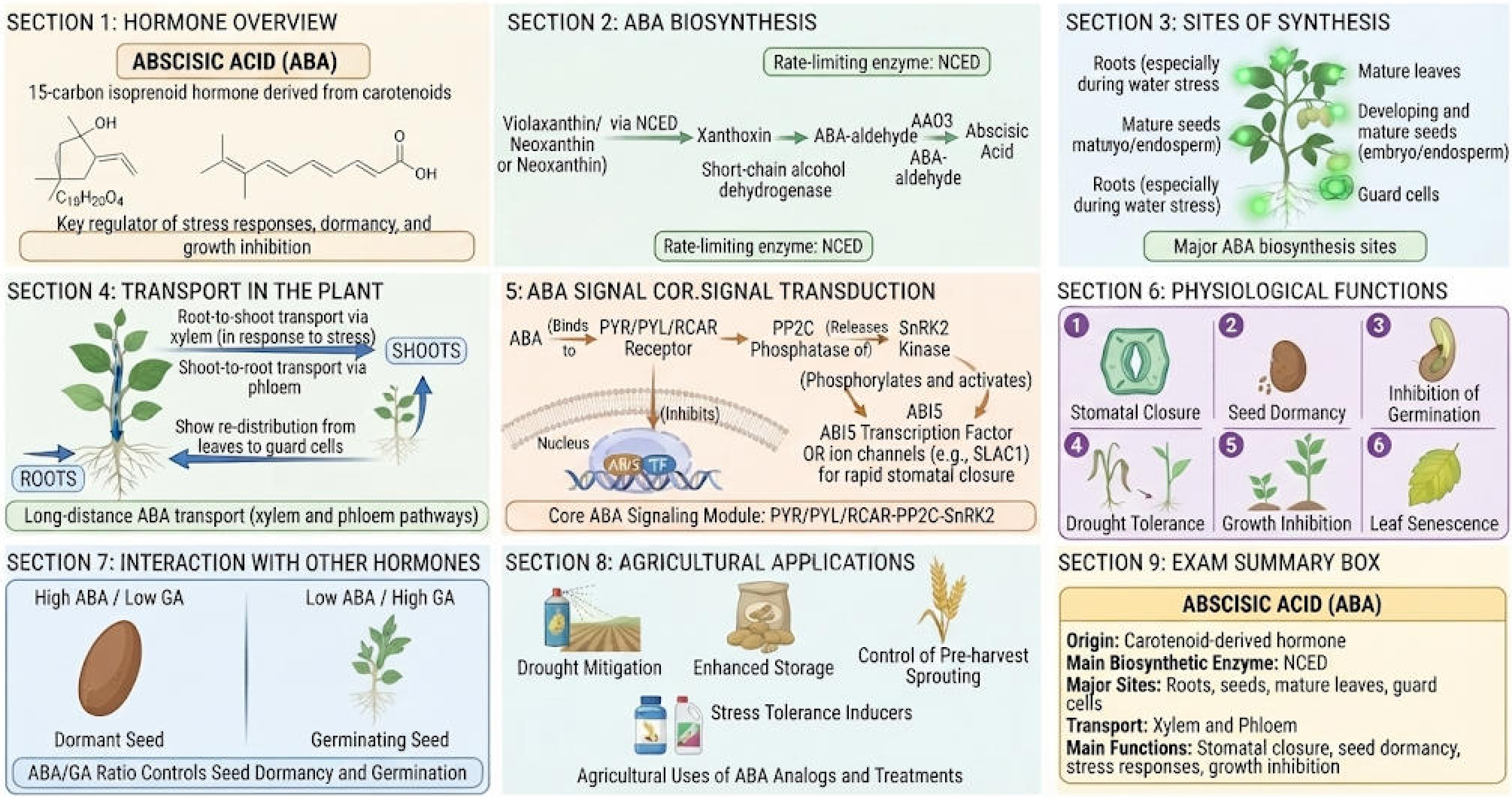
ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب خصائص حمض الابسيسيك وأهميته الفسيولوجية.

المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل العلاقة بين ABA والعمليات المرتبطة بالسكون والاجهاد.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يفسر تأثير الظروف البيئية المختلفة على نشاط حمض الابسيسيك في النبات.

ABSCISIC ACID (ABA): BIOSYNTHESIS, TRANSPORT, SIGNALING AND PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS



ثالثاً: مقدمة

يعد حمض الابسيسيك ABA أحد أهم الهرمونات النباتية المرتبطة بتنظيم استجابة النبات للظروف البيئية غير الملائمة. ويؤدي دوراً محورياً في نضج البذور وتنظيم السكون وتكيف النبات مع نقص الماء.

ويبين المرجع أن ABA يمثل جزءاً أساسياً من شبكة الاشارات التي تسمح للنبات بالاستجابة السريعة والدقيقة للتغيرات البيئية، خاصة حالات الاجهاد المائي. كما أن دوره لا يقتصر على حماية النبات فقط، بل يمتد إلى تنظيم العديد من المراحل التطورية المهمة.

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بحمض الابسيسيك؟

ج: حمض الابسيسيك ABA هو هرمون نباتي ينظم العديد من العمليات التطورية والفسيولوجية، وخاصة السكون والاستجابة للإجهاد البيئي.

س: لماذا يعد ABA من الهرمونات المهمة؟

ج: لأنه يشارك في:

- نضج البذور.
- تنظيم السكون.
- التحكم في الثغور.
- الاستجابة لنقص الماء.
- التكيف مع الظروف البيئية غير المناسبة.

س: ما العلاقة بين ABA والاجهاد البيئي؟

ج: يعد ABA أحد أهم هرمونات الاجهاد في النبات، حيث يزداد نشاطه عندما يتعرض النبات لنقص الماء أو لبعض الظروف البيئية غير المناسبة.

س: ما المقصود بالإجهاد المائي؟

ج: الاجهاد المائي هو الحالة التي لا يحصل فيها النبات على كمية كافية من الماء لتلبية احتياجاته الفسيولوجية.

وفي هذه الحالة يزداد دور حمض الابسيسيك في تنظيم الاستجابة الدفاعية للنبات.

س: ما علاقة ABA بالثغور؟

ج: يقوم ABA بدور رئيسي في تنظيم فتح وغلق الثغور.

وعندما يقل الماء داخل النبات يعمل ABA على تحفيز غلق الثغور لتقليل فقد الماء بالنتح.

س: لماذا يعد غلق الثغور مهماً؟

ج: لان الثغور تمثل أحد أهم منافذ فقد الماء من النبات.

وعند غلقها يقل فقد الماء مما يساعد النبات على تحمل ظروف الجفاف.

س: ما دور ABA في البذور؟

ج: يساهم ABA في:

- نضج البذور.
- تنظيم السكون.
- منع الانبات المبكر غير المناسب.

س: ما المقصود بسكون البذور؟

ج: السكون هو حالة فسيولوجية لا تنبت فيها البذرة رغم توافر بعض الظروف البيئية المناسبة للانبات.

ويشارك ABA بصورة رئيسية في تنظيم هذه الحالة.

س: لماذا يحتاج النبات إلى السكون؟

ج: لان السكون يمنع الانبات في الظروف غير المناسبة.

وبذلك تزداد فرص بقاء البادرات الجديدة على قيد الحياة عند بدء النمو.

س: كيف يتم تصنيع ABA داخل النبات؟

ج: يوضح المرجع أن حمض الابسيسيك يتكون من مسار حيوي يبدأ من مركبات كاروتينويدية داخل الخلايا النباتية.

ثم تمر هذه المركبات بعدة خطوات إنزيمية حتى تتكون الصورة الفعالة من الهرمون.

س: ما المقصود بالكاروتينويدات؟

ج: الكاروتينويدات مجموعة من المركبات الصبغية النباتية التي تمثل نقطة البداية في المسار الحيوي لتكوين ABA.

س: هل يخضع إنتاج ABA للتنظيم؟

ج: نعم.

إذ ينظم النبات باستمرار عمليات:

- التخليق الحيوي.
- النقل.
- التحلل.
- التعطيل.

من أجل المحافظة على المستوى المناسب من الهرمون.

س: ما المقصود بالاتزان الهرموني لـABA ؟

ج: هو المحافظة على تركيز مناسب من ABA داخل النبات بما يتلاءم مع الظروف البيئية والمرحلة النمائية.

س: كيف ينتقل ABA داخل النبات؟

ج ينتقل ABA من أماكن إنتاجه إلى الانسجة المستهدفة عبر أنظمة لنقل المختلفة داخل لنبات.

س: كيف تدرك الخلايا وجودABA ؟

ج تحتوي الخلايا النباتية على مستقبلات متخصصة ترتبط بجزيئات ABA وتبدأ مسار نقل الاشارة الهرمونية

س: ما المقصود بإشارةABA ؟

ج هي سلسلة التفاعلات التي تبدأ بإدرك الهرمون وتنتهي بحدوث ستجابة فسيولوجية أو تطورية داخل الخلية.

س: ما أهمية المستقبلات في استجابةABA ؟

ج المستقبلات تمثل نقطة البداية للاستجابة.

فبدون إدراك الهرمون لا يمكن تشغيل لمسارات لخلوية لمسؤولة عن التأثيرات لفسيولوجية.

س: هل تستجيب جميع لانسجة بالطريقة نفسها لـABA ؟

ج لا

إذ تختلف الاستجابة حسب:

- نوع النسيج
- عمر النبات
- تركيز الهرمون.
- الظروف البيئية

س: ما العلاقة بين ABA والجبريللينات؟

ج تمثل العلاقة بين ABA والجبريللينات أحد أهم أمثلة التوازن الهرموني في النبات

ففي كثير من الحالات يرتبط ABA بالسكون، بينما ترتبط الجبريللينات بتنشيط الانبات والنمو.

س: لماذا تعد نسبة ABA إلى الجبريللينات مهمة؟

ج لان الاستجابة النهائية للنبات تعتمد على التوزن بين الهرمونين وليس على تركيز أحدهما منفردا.

س: كيف يتفاعل ABA مع الهرمونات الاخرى؟

ج يتفاعل ABA مع:

- لاوكسينات.
- لجبريللينات.
- السيتوكينينات.
- لايثيلين.
- لبرسينوستيرويدات
- لستريجولاكتونات.

لتنسيق النمو والتطور والاستجابات البيئية.

س: ما دور ABA في بقاء النبات؟

ج: يساعد النبات على التكيف مع الظروف البيئية الصعبة عن طريق تنظيم استهلاك الماء وتعديل النشاط الفسيولوجي بما يتناسب مع الظروف المحيطة.

س: لماذا يعد ABA من أهم الهرمونات النباتية؟

ج: لأنه يربط بين النمو والتطور من جهة والاستجابة البيئية من جهة أخرى، مما يجعله أساسياً لاستمرار حياة النبات في الظروف المتغيرة.

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بحمض الابسيسيك؟

الاجابة: هرمون نباتي ينظم السكون والاستجابة للإجهاد.

س2: ما أهم وظائفABA ؟

الاجابة: السكون ونضج البذور وغلق الثغور.

س3: ما دور ABA أثناء الجفاف؟

الاجابة: تحفيز غلق الثغور وتقليل فقد الماء.

س4: من ماذا يتكونABA ؟

الاجابة: من مركبات كاروتينويدية.

س5: ما المقصود بالسكون؟

الاجابة: عدم إنبات البذور رغم توافر بعض الظروف المناسبة.

س6: كيف تستجيب الخلايا لـABA ؟

الاجابة: من خلال مستقبلات متخصصة.

س7: هل يشارك ABA في نضج البذور؟

الاجابة: نعم.

س8: ما أهمية غلق الثغور؟

الاجابة: تقليل فقد الماء.

س9: ما العلاقة بين ABA والجبريللينات؟

الاجابة: توازن مهم بين السكون والانبات.

س10: هل يتفاعل ABA مع هرمونات أخرى؟

الاجابة: نعم.

سادساً: أسئلة اختيار من متعددMCQ

1. ABAهو:

أ. إنزيم
ب. هرمون نباتي ✅
ج. سكر
د. بروتين

2.يرتبط ABA بصورة رئيسية ب:

أ. البناء الضوئي ب. السكون ✅ ج. التنفس د. الامتصاص

3.يزداد ABA أثناء:

أ. الجفاف ✅ ب. زيادة الضوء فقط ج. الازهار فقط د. التلقيح فقط

4.من وظائف:ABA

أ. غلق الثغور ✅ ب. نقل الماء ج. البناء الضوئي د. إنتاج الكلوروفيل

5.يتكون ABA من:

أ. الادينين ب. الكاروتينويدات ✅ ج. الميثيونين د. الجلوكوز

6. ABAيشارك في:

أ. نضج البذور ✅ ب. تثبيت النيتروجين ج. التنفس فقط د. البناء الضوئي فقط

7.وظيفة الثغور:

أ. تبادل الغازات ✅ ب. تخزين الغذاء ج. تثبيت النبات د. نقل السكريات

8.السكون يعني:

أ. زيادة النمو ب. عدم الانبات ✅ ج. الازهار د. التلقيح

9.يعتمد تأثير ABA على:

أ. نوع النسيج ✅ ب. لون النبات ج. نوع التربة فقط د. حجم البذرة فقط

10. ABAمن:

أ. منظمات النمو النباتية ✅ ب. الاملاح المعدنية ج. الفيتامينات د. البروتينات

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. ABAهرمون نباتي✓ .
2. يشارك في نضج البذور✓ .
3. يحفز غلق الثغور✓ .
4. يزداد أثناء الجفاف✓ .
5. ABAمشتق من الكاروتينويدات✓ .
6. لا علاقة له بالسكون✗ .
7. يتفاعل مع الجبريللينات✓ .
8. توجد مستقبلات متخصصة لـ✓ .ABA
9. تختلف الاستجابة له بين الانسجة✓ .
10. يعد من أهم هرمونات الاجهاد. ✓
11. يساعد ABA على تقليل فقد الماء✓ .
12. ينظم الانبات بصورة غير مباشرة✓ .
13. السكون ظاهرة فسيولوجية مهمة✓ .
14. لا ينتقل ABA داخل النبات✗ .
15. يخضع إنتاج ABA للتنظيم المستمر✓ .
16. يشارك في بقاء النبات تحت الظروف الصعبة✓ .
17. التوازن بين ABA والجبريللينات مهم✓ .
18. تؤثر البيئة في نشاط✓ .ABA
19. يلعب دوراً في الاشارات الخلوية✓ .
20. ABAأحد الهرمونات الرئيسية في النبات✓ .

المحاضرة التاسعة

التوافق الضوئيPhotoperiodism

أولا: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

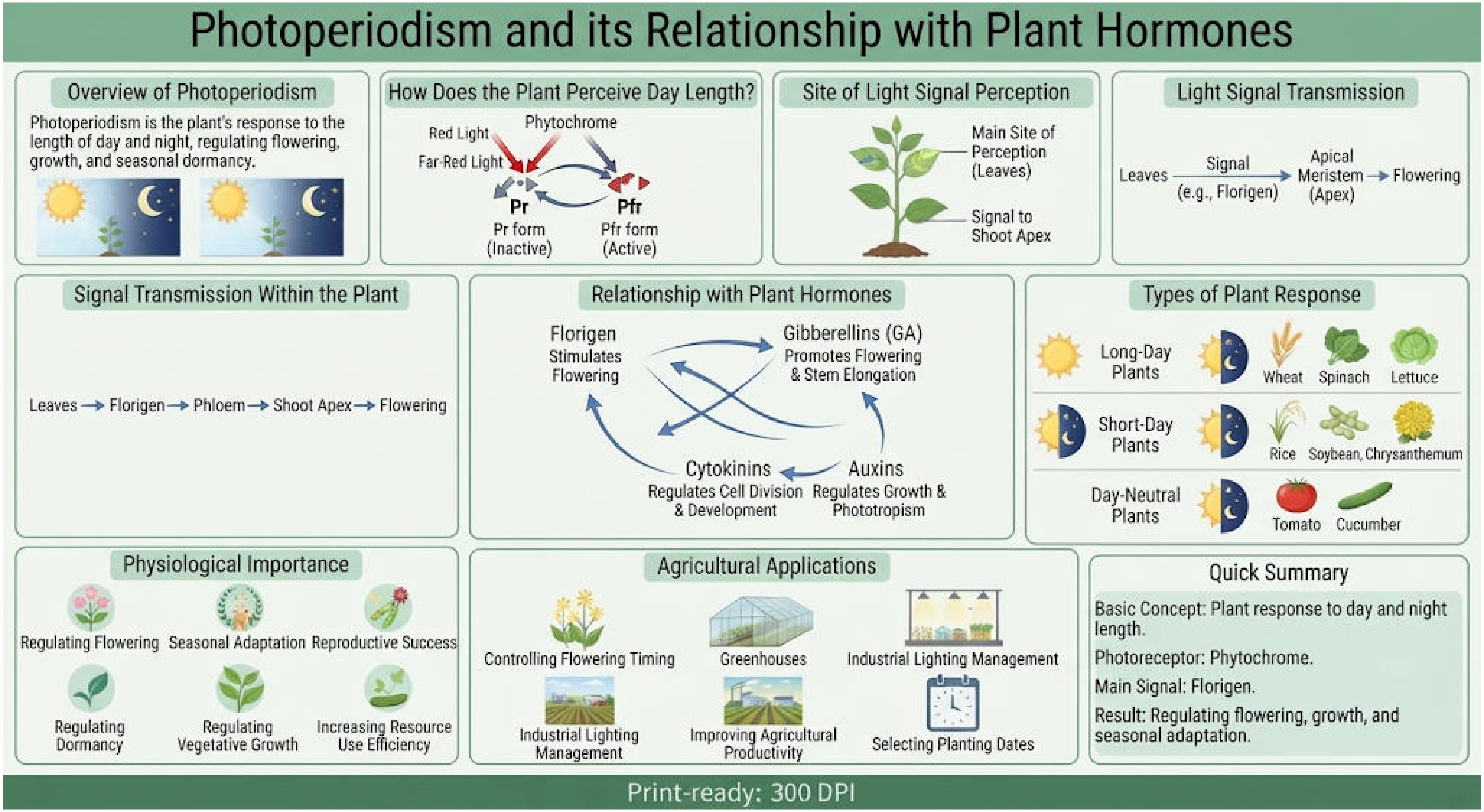
1. يعرّف التوافق الضوئي ويوضح أهميته في تنظيم الازهار.
2. يميز بين النباتات قصيرة النهار وطويلة النهار والمحايدة للنهار.
3. يفسر آلية إدراك النبات لطول النهار ودورها في تنظيم الازهار.

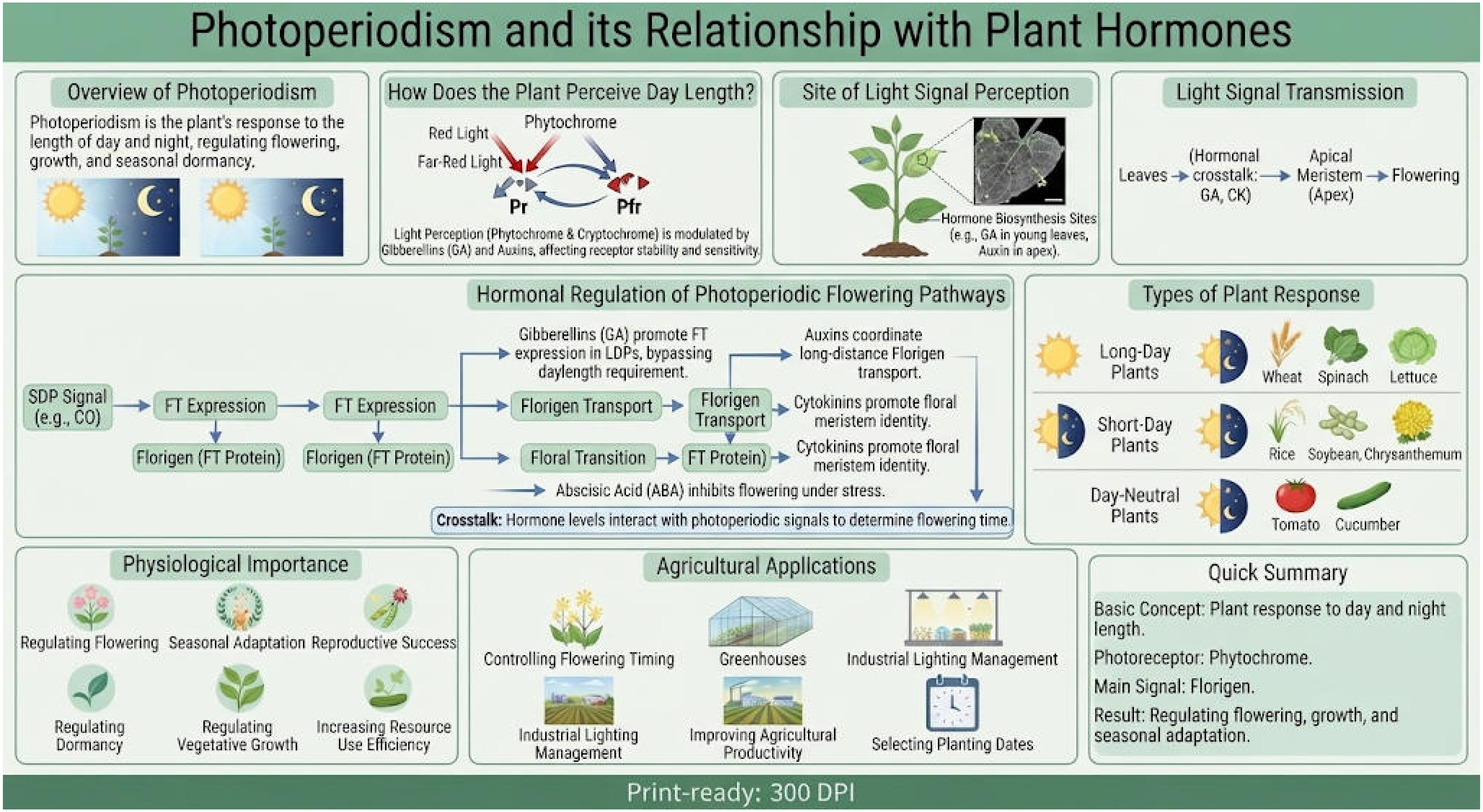
ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب مفهوم التوافق الضوئي والعوامل المتحكمة فيه.

المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل العلاقة بين طول النهار والاستجابة الزهرية في النباتات المختلفة.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يفسر سلوك المحاصيل الزراعية المختلفة اعتماداً على متطلبات الفترة الضوئية الخاصة بها.


Photoperiodism and its Relationship with Plant Hormones
Overview of Photoperiodism
Photoperiodism is the plant's response to the length of day and night, regulating flowering, growth, and seasonal dormancy.
How Does the Plant Perceive Day Length?
Red Light
Phytochrome
Far-Red Light
Pr
Pfr
Pr form (Inactive)
Pfr form (Active)
Site of Light Signal Perception
Main Site of Perception (Leaves)
Signal to Shoot Apex
Light Signal Transmission
Leaves
Signal (e.g., Florigen)
Apical Meristem (Apex)
Flowering
Signal Transmission Within the Plant
Leaves → Florigen → Phloem → Shoot Apex → Flowering
Relationship with Plant Hormones
Florigen
Stimulates Flowering
Gibberellins (GA)
Promotes Flowering & Stem Elongation
Cytokinins
Regulates Cell Division & Development
Auxins
Regulates Growth & Phototropism
Types of Plant Response
Long-Day Plants
Wheat
Spinach
Lettuce
Short-Day Plants
Rice
Soybean, Chrysanthemum
Day-Neutral Plants
Tomato
Cucumber
Physiological Importance
Regulating Flowering
Seasonal Adaptation
Reproductive Success
Regulating Dormancy
Regulating Vegetative Growth
Increasing Resource Use Efficiency
Agricultural Applications
Controlling Flowering Timing
Greenhouses
Industrial Lighting Management
Industrial Lighting Management
Improving Agricultural Productivity
Selecting Planting Dates
Quick Summary
Basic Concept: Plant response to day and night length.
Photoreceptor: Phytochrome.
Main Signal: Florigen.
Result: Regulating flowering, growth, and seasonal adaptation.
Print-ready: 300 DPI


Photoperiodism and its Relationship with Plant Hormones
Overview of Photoperiodism
Photoperiodism is the plant's response to the length of day and night, regulating flowering, growth, and seasonal dormancy.
How Does the Plant Perceive Day Length?
Phytochrome
Red Light
Far-Red Light
Pr
Pfr
Light Perception (Phytochrome & Cryptochrome) is modulated by Gibberellins (GA) and Auxins, affecting receptor stability and sensitivity.
Site of Light Signal Perception
Hormone Biosynthesis Sites (e.g., GA in young leaves, Auxin in apex).
Light Signal Transmission
Leaves
(Hormonal crosstalk: GA, CK)
Apical Meristem (Apex)
Flowering
Hormonal Regulation of Photoperiodic Flowering Pathways
SDP Signal (e.g., CO)
FT Expression
Florigen (FT Protein)
FT Expression
Florigen (FT Protein)
Gibberellins (GA) promote FT expression in LDPs, bypassing daylength requirement.
Auxins coordinate long-distance Florigen transport.
Florigen Transport
Florigen Transport
Cytokinins promote floral meristem identity.
Floral Transition
FT Protein)
Cytokinins promote floral meristem identity.
Abscisic Acid (ABA) inhibits flowering under stress.
Crosstalk: Hormone levels interact with photoperiodic signals to determine flowering time.
Types of Plant Response
Long-Day Plants
Wheat
Spinach
Lettuce
Short-Day Plants
Rice
Soybean, Chrysanthemum
Day-Neutral Plants
Tomato
Cucumber
Physiological Importance
Regulating Flowering
Seasonal Adaptation
Reproductive Success
Regulating Dormancy
Regulating Vegetative Growth
Increasing Resource Use Efficiency
Agricultural Applications
Controlling Flowering Timing
Greenhouses
Industrial Lighting Management
Industrial Lighting Management
Improving Agricultural Productivity
Selecting Planting Dates
Quick Summary
Basic Concept: Plant response to day and night length.
Photoreceptor: Phytochrome.
Main Signal: Florigen.
Result: Regulating flowering, growth, and seasonal adaptation.
Print-ready: 300 DPI

ثالثاً: مقدمة

تواجه النباتات تغيرات موسمية مستمرة خلال السنة، ولذلك تحتاج إلى آلية دقيقة تمكنها من تحديد الوقت المناسب للانتقال من النمو الخضري إلى النمو الزهري. ومن أهم هذه الاليات ظاهرة التوافق الضوئي Photoperiodism، والتي تعني استجابة النبات لطول فترة الضوء والظلام خلال اليوم.

وقد أوضح المرجع أن التوافق الضوئي يعد أحد أهم العوامل البيئية المنظمة للأزهار، حيث تستخدم النباتات طول النهار أو طول الليل لتحديد الموسم المناسب للتكاثر وتكوين البذور.

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالتوافق الضوئي؟

ج: التوافق الضوئي هو استجابة النبات لطول الفترة الضوئية وطول فترة الظلام خلال دورة الاربع والعشرين ساعة.

س: لماذا يعد التوافق الضوئي مهماً للنبات؟

ج: لأنه يساعد النبات على:

- تحديد موعد الازهار.
- التكيف مع الفصول المختلفة.
- ضمان تكوين البذور في الوقت المناسب.
- زيادة فرص نجاح التكاثر.

س: ما المقصود بالفترة الضوئيةPhotoperiod ؟

ج: الفترة الضوئية هي عدد ساعات الضوء وعدد ساعات الظلام التي يتعرض لها النبات خلال اليوم الواحد.

س: ما العلاقة بين التوافق الضوئي والازهار؟

ج: يعتمد إزهار كثير من النباتات على طول النهار أو طول الليل، ولذلك لا تزهر هذه النباتات إلا عندما تتعرض لفترة ضوئية مناسبة.

س: ما الانواع الرئيسية للنباتات من حيث استجابتها للفترة الضوئية؟

ج: تقسم النباتات إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

1. نباتات قصيرة النهار.
2. نباتات طويلة النهار.
3. نباتات محايدة للنهار.

س: ما المقصود بالنباتات قصيرة النهار؟

ج: هي النباتات التي تزهر عندما يكون طول النهار أقل من قيمة حرجة معينة، أو عندما يكون طول الليل أطول من فترة حرجة محددة.

س: لماذا يفضل بعض العلماء تسمية النباتات قصيرة النهار بالنباتات طويلة الليل؟

ج: لان العامل الحقيقي المؤثر في الازهار هو طول فترة الظلام المتصلة أكثر من طول فترة الاضاءة نفسها.

س: ما المقصود بالنباتات طويلة النهار؟

ج: هي النباتات التي تزهر عندما يتجاوز طول النهار قيمة حرجة معينة أو عندما يكون الليل أقصر من طول حرج محدد.

س: ما المقصود بالنباتات المحايدة للنهار؟

ج: هي النباتات التي لا يعتمد إزهارها بصورة مباشرة على طول النهار أو طول الليل.

س: هل تستجيب جميع النباتات للفترة الضوئية بالطريقة نفسها؟

ج: لا

إذ تختلف الاستجابة تبعاً للنوع النباتي والمرحلة النمائية والظروف البيئية المحيطة بالنبات.

س: ما المقصود بالطول الحرج للنهار؟

ج: الطول الحرج للنهار هو عدد ساعات الضوء اللازم لإحداث الاستجابة الزهرية في نوع نباتي معين.

س: كيف اكتشف العلماء أهمية طول الليل؟

ج: من خلال تجارب كسر الظلام، حيث وجد أن تعريض النبات لفترة قصيرة من الضوء أثناء الليل يمكن أن يغير الاستجابة الزهرية للنبات.

س: ما المقصود بكسر الظلامNight Break ؟

ج: هو تعريض النبات لفترة قصيرة من الضوء أثناء فترة الظلام.

س: كيف يؤثر كسر الظلام في النباتات قصيرة النهار؟

ج: قد يمنع كسر الظلام حدوث الازهار لان النبات يحتاج إلى فترة ظلام طويلة ومتواصلة لاتمام الاستجابة الزهرية.

س: كيف يؤثر كسر الظلام في النباتات طويلة النهار؟

ج: قد يؤدي كسر الظلام إلى تحفيز الازهار لانه يجعل فترة الظلام الفعالة أقصر.

س: أي عضو نباتي يدرك الفترة الضوئية؟

ج: الاوراق هي العضو المسؤول عن إدراك الاشارة الضوئية المرتبطة بالإزهار.

س: كيف عرف العلماء أن الاوراق هي موقع الادراك؟

ج: أظهرت التجارب أن تعريض الاوراق للظروف الضوئية المناسبة يؤدي إلى حدوث الازهار حتى إذا لم تتعرض القمة النامية مباشرة لهذه المعاملة.

س: ماذا يحدث بعد إدراك الورقة للفترة الضوئية المناسبة؟

ج: يتم إنتاج إشارة زهرية تنتقل من الورقة إلى القمة النامية لتشجيع التحول من النمو الخضري إلى النمو الزهري.

س: ما المقصود بالفلوريجين Florigen؟

ج: الفلوريجين هو الاشارة الزهرية المتحركة التي تنتج في الاوراق وتنتقل إلى القمة النامية لتحفيز الازهار.

س: ما العلاقة بين البروتين FT والفلوريجين؟

ج: يوضح المرجع أن بروتين FT يمثل المكون الرئيس للإشارة الزهرية المتحركة التي تنتقل من الاوراق إلى القمة النامية.

س: أين يتم إنتاج بروتينFT ؟

ج: يتم إنتاجه في الاوراق استجابة للفترة الضوئية المناسبة.

س: كيف ينتقل FT داخل النبات؟

ج: ينتقل عبر اللحاء من الاوراق إلى القمة النامية للساق.

س: ماذا يحدث عندما يصل FT إلى القمة النامية؟

ج: يتفاعل مع عوامل تنظيمية أخرى ويحفز تنشيط الجينات المرتبطة بالازهار.

س: ما المقصود بالساعة البيولوجيةCircadian Clock ؟

ج: هي نظام داخلي يتيح للنبات قياس الزمن وتنظيم العديد من العمليات الحيوية بصورة دورية.

س: ما دور الساعة البيولوجية في التوافق الضوئي؟

ج: تساعد النبات على قياس طول النهار وطول الليل وربط هذه المعلومات بالاستجابة الزهرية المناسبة.

س: ما المقصود بنموذج التطابق الخارجيExternal Coincidence Model ؟

ج: هو النموذج الذي يفسر الازهار على أساس توافق وجود الضوء مع مرحلة معينة من نشاط الساعة البيولوجية للنبات.

س: ما أهمية التوافق الضوئي في الزراعة؟

ج: يساعد فهم التوافق الضوئي على:

- اختيار مواعيد الزراعة المناسبة.
- تحسين إنتاج المحاصيل.
- تنظيم الازهار.
- زيادة كفاءة برامج التربية النباتية.

س: لماذا تختلف المحاصيل في مواعيد الازهار؟

ج: لاختلاف احتياجاتها للفترة الضوئية واختلاف استجابتها لطول النهار وطول الليل.

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالتوافق الضوئي؟

الاجابة: استجابة النبات لطول النهار وطول الليل.

س2: لماذا يعد التوافق الضوئي مهماً؟

الاجابة: لأنه ينظم موعد الازهار.

س3: ما المجموعات الرئيسية للنباتات ضوئياً؟

الاجابة: قصيرة النهار وطويلة النهار ومحايدة النهار.

س4: ما المقصود بالنباتات قصيرة النهار؟

الاجابة: نباتات تزهر عند قصر النهار أو طول الليل.

س5: ما المقصود بالنباتات طويلة النهار؟

الاجابة: نباتات تزهر عند زيادة طول النهار.

س6: ما العضو الذي يدرك الفترة الضوئية؟

الاجابة: الاوراق.

س7: ما المقصود بكسر الظلام؟

الاجابة: تعريض النبات لضوء قصير أثناء الليل.

س8: ما المقصود بالفلوريجين؟

الاجابة: الاشارة الزهرية المنتقلة من الاوراق إلى القمة النامية.

س9: ما بروتينFT ؟

الاجابة: المكون الرئيس للإشارة الزهرية المتحركة.

س10: ما دور الساعة البيولوجية؟

الاجابة: قياس الزمن وربط الاشارة الضوئية بالإزهار.

سادساً: أسئلة اختيار من متعددMCQ

.1التوافق الضوئي هو استجابة النبات لـ:

أ. الحرارة
ب. الملوحة
ج. طول النهار والليل ✅
د. الرطوبة

.2العضو الذي يستقبل الاشارة الضوئية:

أ. الجذر
ب. الثمرة
ج. الورقة ✅
د. البذرة

.3النباتات قصيرة النهار تحتاج:

أ. ليالٍ قصيرة ب. ليالٍ طويلة ✅ ج. حرارة مرتفعة فقط د. رطوبة عالية فقط

.4النباتات طويلة النهار تزهر عندما:

أ. يكون النهار طويلا ✅ ب. يكون الليل طويلا ج. تنخفض الحرارة فقط د. تقل الرطوبة

.5كسر الظلام يعني:

أ. إطالة النهار ب. إضاءة قصيرة أثناء الليل ✅ ج. زيادة الحرارة د. تقليل الماء

.6الاشارة الزهرية تسمى:

أ. أوكسين ب. فلوريجين ✅ ج. سيتوكينين د. ABA

.7بروتين FT ينتج في:

أ. الجذر ب. الخشب ج. الاوراق ✅ د. الثمار

.8ينتقل FT عبر:

أ. الخشب ب. اللحاء ✅ ج. البشرة د. الأدمة

.9النباتات المحايدة للنهار:

أ. تعتمد على طول النهار ب. لا تعتمد مباشرة على طول النهار ✅ ج. تحتاج ليلا طويلا دائماً د. تحتاج نهاراً طويلا دائماً

.10تساعد الساعة البيولوجية في:

أ. قياس الزمن ✅ ب. تكوين الكلوروفيل فقط ج. الامتصاص فقط د. النتح فقط

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. التوافق الضوئي مرتبط بالإزهار ✓ .
2. الاوراق تدرك الفترة الضوئية ✓ .
3. النباتات قصيرة النهار تحتاج ليلا طويلا ✓
4. النباتات طويلة النهار تحتاج ليلا طويلا جدا. ✗
5. كسر الظلام قد يؤثر في الازهار ✓ .
6. FTجزء من الاشارة الزهرية ✓ .
7. ينتقل FT عبر اللحاء ✓ .
8. النباتات المحايدة تعتمد دائماً على النهار الطويل ✗ .
9. للساعة البيولوجية دور في التوافق الضوئي ✓ .
10. يساعد التوافق الضوئي النبات على تحديد موسم التزهير ✓ .
11. الازهار مرحلة من مراحل التطور النباتي ✓ .
12. طول الليل عامل مهم في الازهار ✓ .
13. الفلوريجين ينتج في الاوراق ✓ .
14. القمة النامية تستجيب للإشارة الزهرية ✓ .
15. تختلف النباتات في استجابتها للفترة الضوئية ✓ .
16. كسر الظلام قد يمنع إزهار النباتات قصيرة النهار ✓ .
17. التوافق الضوئي ظاهرة فسيولوجية مهمة ✓ .
18. الساعة البيولوجية تساعد على قياس الوقت ✓ .
19. ينتقل الفلوريجين من الورقة إلى القمة النامية ✓ .
20. يعتبر التوافق الضوئي أساساً مهماً لتنظيم الازهار في النباتات ✓ .

المحاضرة العاشرة

الفيتوكروم Phytochrome وإشارات الضوءSignals from Sunlight

أولا: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرّف الفيتوكروم ويوضح خصائصه الاساسية.
2. يميز بين صور الفيتوكروم المختلفة ودورها في استجابة النبات للضوء.
3. يفسر دور الفيتوكروم في تنظيم النمو والتطور النباتي.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب تركيب الفيتوكروم وآلية عمله واستجابته للضوء.

المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل العلاقة بين نوعية الضوء واستجابات النمو والتطور النباتي.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يفسر الظواهر النمائية المرتبطة بالضوء باستخدام مفاهيم الفيتوكروم والاشارات الضوئية.

ثالثاً: مقدمة

يعد الضوء أحد أهم العوامل البيئية التي تؤثر في حياة النبات. فالضوء لا يقتصر دوره على توفير الطاقة اللازمة للبناء الضوئي، بل يعمل أيضاً كإشارة بيئية تتحكم في العديد من العمليات المرتبطة بالنمو والتطور.

وقد طورت النباتات مجموعة من المستقبلات الضوئية المتخصصة التي تمكنها من استشعار شدة الضوء ونوعيته ومدته واتجاهه، ومن أهم هذه المستقبلات الفيتوكروم الذي يعد المسؤول الرئيسي عن استجابة النبات للضوء الاحمر والاحمر البعيد.

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالفيتوكروم؟

ج: الفيتوكروم هو مستقبل ضوئي نباتي متخصص يستجيب بصورة رئيسية للضوء الاحمر والضوء الاحمر البعيد، ويشارك في تنظيم عدد كبير من العمليات النمائية.

س: لماذا يعد الفيتوكروم مهماً للنبات؟

ج: لأنه يساعد النبات على:

- استشعار الضوء.
- تحديد الظروف البيئية المناسبة للنمو.
- تنظيم الانبات.
- تنظيم الازهار.
- التحكم في تطور البادرات.
- تنظيم استجابات الظل.

س: هل الضوء يؤدي وظيفة واحدة فقط في النبات؟

ج: لا

فالضوء يؤدي وظيفتين رئيسيتين:

1. مصدر للطاقة في البناء الضوئي.
2. إشارة بيئية تنظم النمو والتطور.

س: ما المقصود بالمستقبلات الضوئية؟

ج: هي بروتينات أو جزيئات متخصصة تستطيع امتصاص الضوء وتحويله إلى إشارات حيوية تؤثر في نشاط الخلايا والنبات بأكمله.

س: ما أنواع المستقبلات الضوئية الرئيسية في النبات؟

ج: يوضح المرجع وجود عدة نظم من المستقبلات الضوئية أهمها:

- الفيتوكرومات.Phytochromes
- الكريبتوكرومات.Cryptochromes
- الفوتوتروبينات.Phototropism

س: لاي أطوال موجية يستجيب الفيتوكروم؟

ج: يستجيب الفيتوكروم بصورة رئيسية:

- للضوء الاحمر.Red Light
- للضوء الاحمر البعيد.Far-Red Light

س: ما المقصود بالضوء الاحمر؟

ج: هو الضوء الواقع في الجزء الاحمر من الطيف الضوئي والذي يمثل أحد أهم الاشارات المؤثرة في نظام الفيتوكروم.

س: ما المقصود بالضوء الاحمر البعيد؟

ج: هو الضوء ذو الطول الموجي الاكبر من الضوء الاحمر، ويؤدي دوراً مهماً في التحولات التي تحدث داخل نظام الفيتوكروم.

س: هل يوجد الفيتوكروم في صورة واحدة؟

ج: لا

يوجد الفيتوكروم في صورتين متحولتين يمكن لكل منهما التحول إلى الاخرى استجابة للضوء.

س: ما الصورتان الرئيسيتان للفيتوكروم؟

ج: الصورتان هما:

- Pr
- Pfr

س: ما المقصود بصورةPr ؟

ج: Prهي الصورة التي تمتص الضوء الاحمر، وعند تعرضها لهذا الضوء تتحول إلى الصورة الاخرى.Pfr

س: ما المقصود بصورةPfr ؟

ج: Pfrهي الصورة النشطة فسيولوجياً في كثير من الحالات، وتمتص الضوء الاحمر البعيد ويمكن أن تعود إلى الصورة Pr بعد التعرض له.

س: كيف يحدث التحول بين Pr وPfr؟

ج: عند تعرض النبات للضوء الاحمر: Pr → Pfr

وعند تعرضه للضوء الاحمر البعيد: Pfr → Pr

س: لماذا يعد التحول بين الصورتين مهماً؟

ج: لأنه يسمح للنبات باستشعار نوعية الضوء السائدة في البيئة المحيطة واتخاذ الاستجابة المناسبة.

س: أي الصورتين أكثر نشاطاً في التأثيرات الفسيولوجية؟

ج: في كثير من الاستجابات يعد Pfr الشكل النشط الذي يبدأ سلسلة من التغيرات المرتبطة بالنمو والتطور.

س: كيف يدرك النبات الضوء من خلال الفيتوكروم؟

ج: يمتص الفيتوكروم الضوء ثم يتحول إلى صورة أكثر نشاطاً، وبعد ذلك تبدأ سلسلة من الاشارات تؤدي إلى تغيرات في التعبير الجيني والاستجابة النمائية.

س: ما المقصود بالاستجابات الضوئيةPhotomorphogenesis ؟

ج: هي التغيرات التي تحدث في نمو النبات نتيجة تأثير الضوء بوصفه إشارة تنظيمية وليس مجرد مصدر للطاقة.

س: ما العلاقة بين الفيتوكروم والتشكل الضوئي؟

ج: يعد الفيتوكروم أحد أهم الانظمة المسؤولة عن تنظيم عمليات التشكل الضوئي في النباتات.

س: كيف يؤثر الفيتوكروم في إنبات البذور؟

ج: تستجيب بعض البذور للضوء من خلال نظام الفيتوكروم، حيث يؤثر الضوء في تنشيط العمليات المؤدية إلى الانبات.

س: ما دور الفيتوكروم في نمو البادرات؟

ج: يساعد على تنظيم التغيرات التي تحدث للبادرات بعد تعرضها للضوء، ومن ثم توجيه نموها بصورة طبيعية.

س: ما المقصود باستجابة الظلShade Avoidance Response ؟

ج: هي استجابة تحدث عندما يشعر النبات بوجود نباتات أخرى تنافسه على الضوء.

س: كيف يدرك النبات وجود الظل؟

ج: تتغير نسبة الضوء الاحمر إلى الاحمر البعيد تحت الغطاء النباتي، ويستطيع الفيتوكروم إدراك هذا التغير.

س: ماذا يحدث عند استجابة النبات للظل؟

ج: قد يحدث:

- زيادة في استطالة الساق.
- تغير في نمط النمو.
- محاولة الوصول إلى مصدر الضوء.

س: ما دور الفيتوكروم في التوافق الضوئي؟

ج: يعمل الفيتوكروم مع الساعة البيولوجية للمساعدة في قياس طول النهار وطول الليل وتنظيم الازهار.

س: ما العلاقة بين الفيتوكروم والساعة البيولوجية؟

ج: يسهم الفيتوكروم في ضبط بعض مكونات الساعة البيولوجية ومزامنة استجابات النبات مع البيئة الضوئية المحيطة.

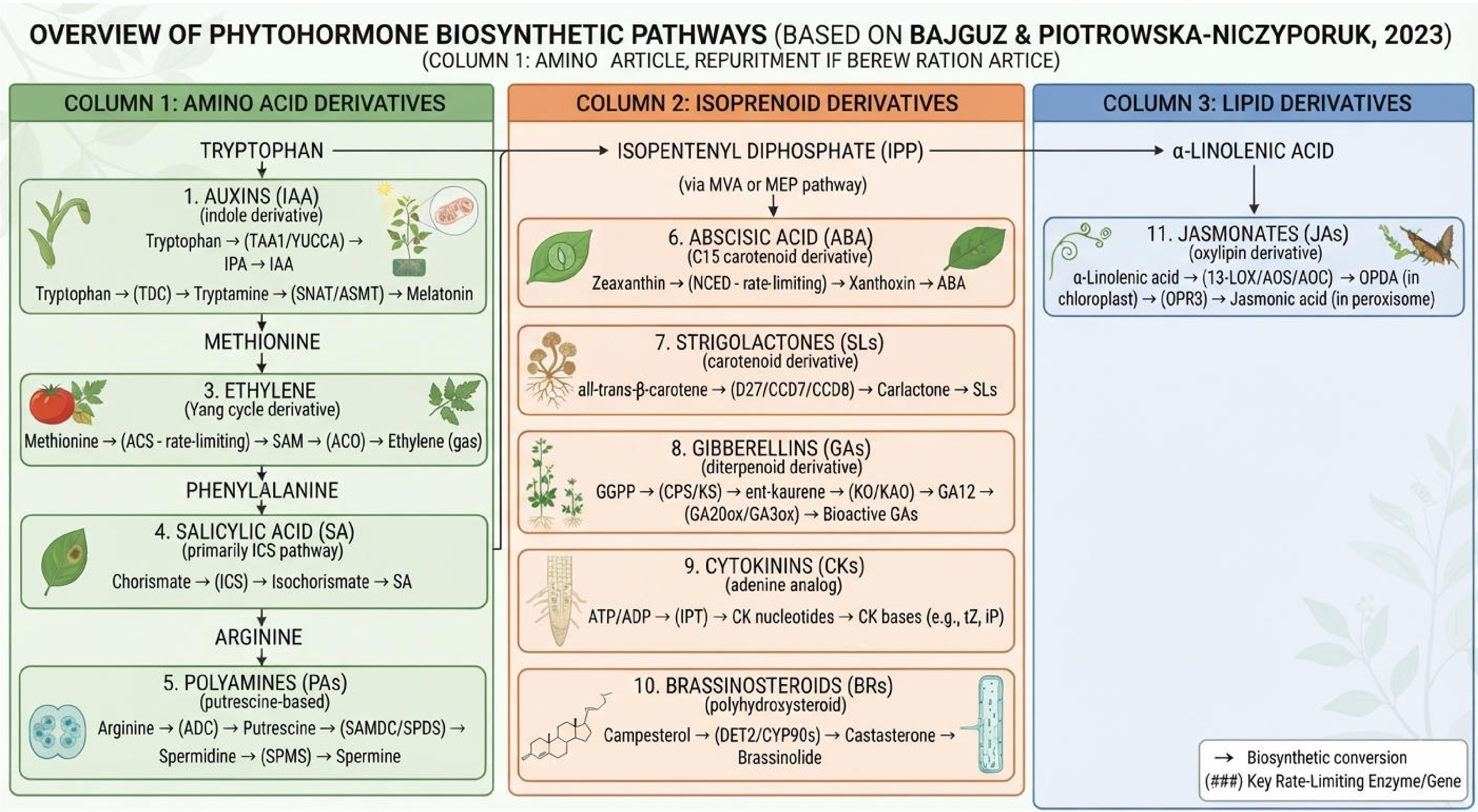
س: هل يعمل الفيتوكروم منفرداً؟

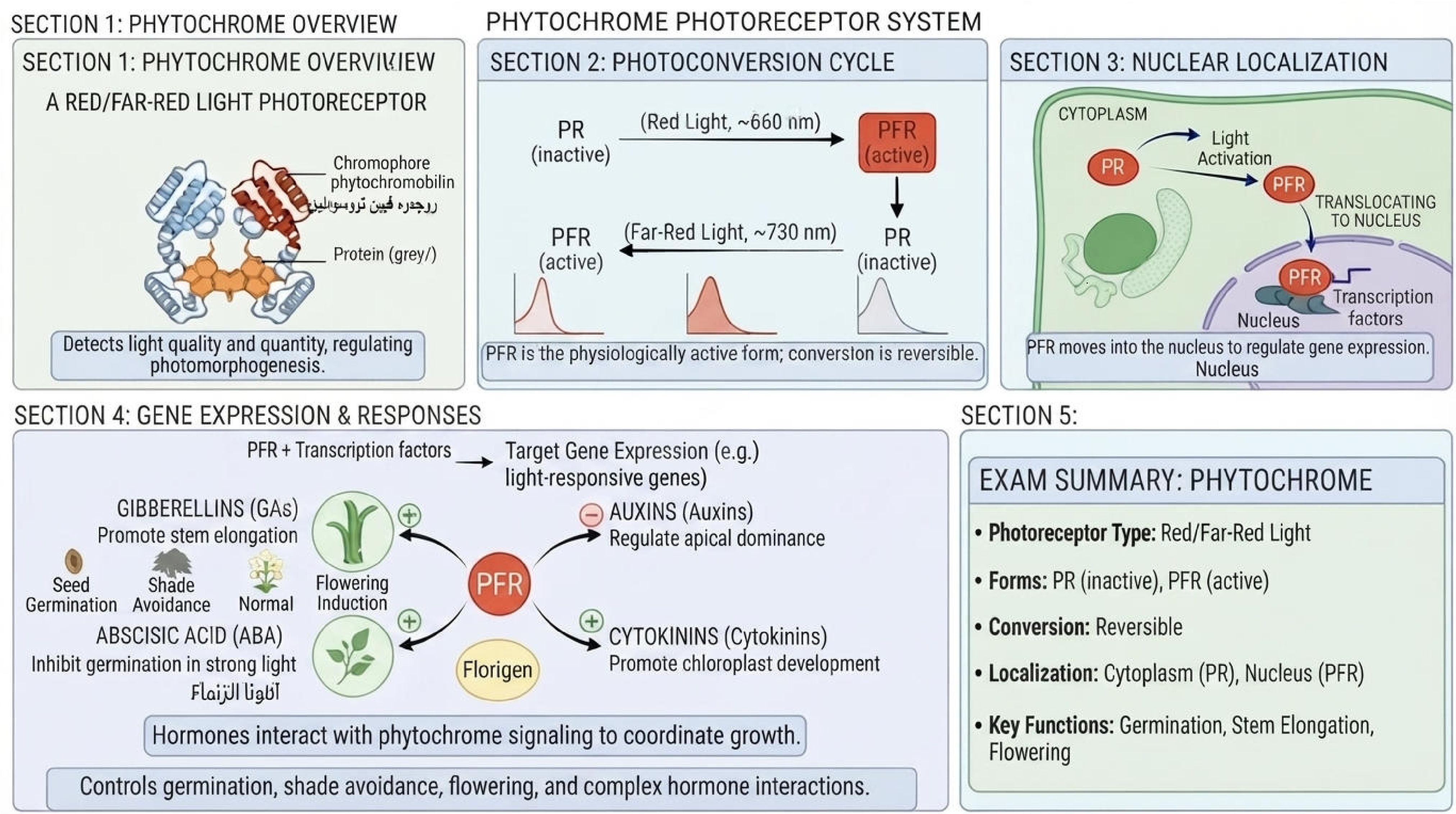
ج: لا

فهو يعمل مع الكريبتوكرومات والفوتوتروبينات وغيرها من أنظمة الاشارة الضوئية لتنظيم النمو بصورة متكاملة.

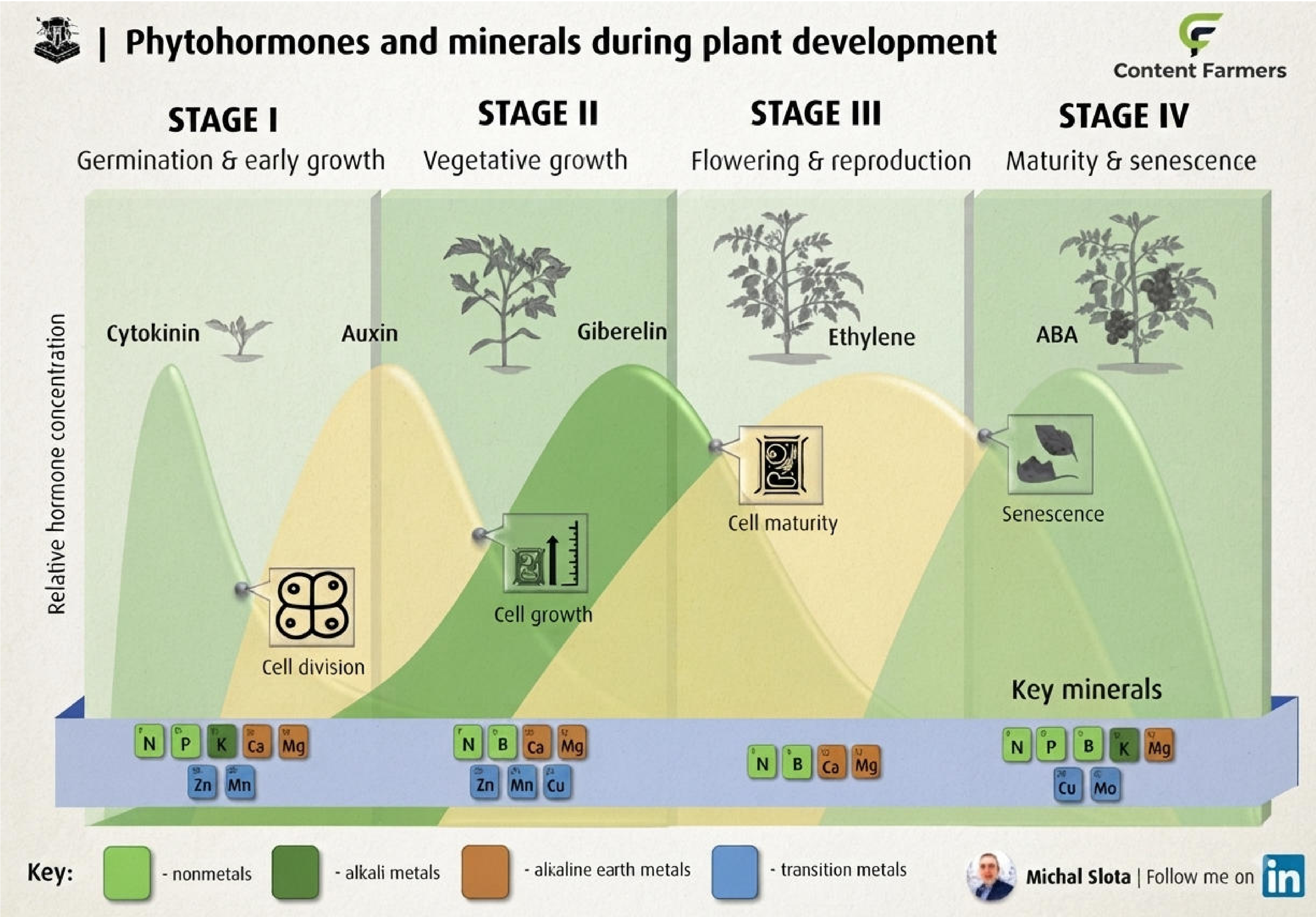
س: ما أهمية دراسة الفيتوكروم في مقرر منظمات النمو النباتية؟

ج: لان الفيتوكروم يمثل نقطة الربط الاساسية بين الاشارات الضوئية والاستجابات النمائية التي تتحكم في النمو والتطور النباتي.


OVERVIEW OF PHYTOHORMONE BIOSYNTHETIC PATHWAYS (BASED ON BAJGUZ & PIOTROWSKA-NICZYPORUK, 2023)
(COLUMN 1: AMINO ARTICLE, REPURITMENT IF BEREW RATION ARTICE)
COLUMN 1: AMINO ACID DERIVATIVES
TRYPTOPHAN
1. AUXINS (IAA)
(indole derivative)
Tryptophan → (TAA1/YUCCA) → IPA → IAA
Tryptophan → (TDC) → Tryptamine → (SNAT/ASMT) → Melatonin
METHIONINE
3. ETHYLENE
(Yang cycle derivative)
Methionine → (ACS - rate-limiting) → SAM → (ACO) → Ethylene (gas)
PHENYLALANINE
4. SALICYLIC ACID (SA)
(primarily ICS pathway)
Chorismate → (ICS) → Isochorismate → SA
ARGININE
5. POLYAMINES (PAs)
(putrescine-based)
Arginine → (ADC) → Putrescine → (SAMDC/SPDS) → Spermidine → (SPMS) → Spermine
COLUMN 2: ISOPRENOID DERIVATIVES
ISOPENTENYL DIPHOSPHATE (IPP)
(via MVA or MEP pathway)
6. ABSCISIC ACID (ABA)
(C15 carotenoid derivative)
Zeaxanthin → (NCED - rate-limiting) → Xanthoxin → ABA
7. STRIGOLACTONES (SLs)
(carotenoid derivative)
all-trans-β-carotene → (D27/CCD7/CCD8) → Carlactone → SLs
8. GIBBERELLINS (GAs)
(diterpenoid derivative)
GGPP → (CPS/KS) → ent-kaurene → (KO/KAO) → GA12 → (GA20ox/GA3ox) → Bioactive GAs
9. CYTOKININS (CKs)
(adenine analog)
ATP/ADP → (IPT) → CK nucleotides → CK bases (e.g., tZ, iP)
10. BRASSINOSTEROIDS (BRs)
(polyhydroxysteroid)
Campesterol → (DET2/CYP90s) → Castasterone → Brassinolide
COLUMN 3: LIPID DERIVATIVES
α-LINOLENIC ACID
11. JASMONATES (JAs)
(oxylipin derivative)
α-Linolenic acid → (13-LOX/AOS/AOC) → OPDA (in chloroplast) → (OPR3) → Jasmonic acid (in peroxisome)
→ Biosynthetic conversion
(###) Key Rate-Limiting Enzyme/Gene



SECTION 1: PHYTOCHROME OVERVIEW
PHYTOCHROME PHOTORECEPTOR SYSTEM
SECTION 1: PHYTOCHROME OVERVIUIEW
A RED/FAR-RED LIGHT PHOTORECEPTOR
Chromophore phytochromobilin
Protein (grey/)
Detects light quality and quantity, regulating photomorphogenesis.
SECTION 2: PHOTOCONVERSION CYCLE
PR (inactive)
(Red Light, ~660 nm)
PFR (active)
PR (inactive)
(Far-Red Light, ~730 nm)
PFR (active)
PFR is the physiologically active form; conversion is reversible.
SECTION 3: NUCLEAR LOCALIZATION
CYTOPLASM
PR
Light Activation
PFR
TRANSLOCATING TO NUCLEUS
PFR
Transcription factors
Nucleus
PFR moves into the nucleus to regulate gene expression.
Nucleus
SECTION 4: GENE EXPRESSION & RESPONSES
PFR + Transcription factors → Target Gene Expression (e.g.) light-responsive genes)
GIBBERELLINS (GAs)
Promote stem elongation
Seed Germination
Shade Avoidance
Normal
Flowering Induction
ABSCISIC ACID (ABA)
Inhibit germination in strong light
PFR
Florigen
AUXINS (Auxins)
Regulate apical dominance
CYTOKININS (Cytokinins)
Promote chloroplast development
Hormones interact with phytochrome signaling to coordinate growth.
Controls germination, shade avoidance, flowering, and complex hormone interactions.
SECTION 5:
EXAM SUMMARY: PHYTOCHROME
• Photoreceptor Type: Red/Far-Red Light
• Forms: PR (inactive), PFR (active)
• Conversion: Reversible
• Localization: Cytoplasm (PR), Nucleus (PFR)
• Key Functions: Germination, Stem Elongation, Flowering


Phytohormones and minerals during plant development
Content Farmers
STAGE I
Germination & early growth
STAGE II
Vegetative growth
STAGE III
Flowering & reproduction
STAGE IV
Maturity & senescence
Relative hormone concentration
Cytokinin
Auxin
Giberelin
Ethylene
ABA
Cell division
Cell growth
Cell maturity
Senescence
Key minerals
N P K Ca Mg
Zn Mn
N B Ca Mg
Zn Mn Cu
N B Ca Mg
N P B K Mg
Cu Mo
Key:
- nonmetals
- alkali metals
- alkaline earth metals
- transition metals
Michal Slota | Follow me on in

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالفيتوكروم؟

الاجابة: مستقبل ضوئي يستجيب للضوء الاحمر والاحمر البعيد.

س2: ما الصورتان الرئيسيتان للفيتوكروم؟

الاجابة Pr :و.Pfr

س3: ماذا يحدث عند تعرض Pr للضوء الاحمر؟

الاجابة: يتحول إلى.Pfr

س4: ماذا يحدث عند تعرض Pfr للضوء الاحمر البعيد؟

الاجابة: يعود إلى.Pr

س5: أي صورة تعد أكثر نشاطاً فسيولوجياً؟

الاجابة Pfr :في كثير من الاستجابات.

س6: ما المقصود بالتشكل الضوئي؟

الاجابة: تغير النمو نتيجة الضوء كإشارة تنظيمية.

س7: ما دور الفيتوكروم في الانبات؟

الاجابة: تنظيم الاستجابات الضوئية المؤثرة في الانبات.

س8: ما المقصود باستجابة الظل؟

الاجابة: استجابة النبات لتغير جودة الضوء نتيجة المنافسة.

س9: هل يشارك الفيتوكروم في التوافق الضوئي؟

الاجابة: نعم.

س10: هل يعمل الفيتوكروم منفرداً؟

الاجابة: لا، يعمل مع مستقبلات ضوئية أخرى.

سادساً: أسئلة اختيار من متعددMCQ

1.الفيتوكروم هو:

أ. إنزيم
ب. مستقبل ضوئي ✅
ج. حمض عضوي
د. بروتين تخزين

2.يستجيب الفيتوكروم لـ:

أ. الاشعة فوق البنفسجية فقط
ب. الضوء الاحمر والاحمر البعيد ✅
ج. الضوء الاخضر فقط
د. الضوء الاصفر فقط

3.الصورة التي تمتص الضوء الاحمر:

أ. Pfr
ب. ✅ Pr
ج. ABA
د. FT

4.الصورة النشطة غالباً:

أ. Pr
ب. ✅ Pfr
ج. ATP
د. ADP

5.يتحول Pr إلى:

أ. ABAب. Auxinج. ✅ Pfrد. FT

6.استجابة الظل ترتبط بـ:

أ. الفيتوكروم ✅ ب. اللحاء ج. الخشب د. الثغور

7.التوافق الضوئي يعتمد جزئياً على:

أ. الفيتوكروم ✅ ب. التنفس ج. النتح د. البناء الضوئي فقط

8.الفيتوكروم يشارك في:

أ. الانبات ✅ ب. تكوين الصخور ج. التجوية د. الترسيب

9.من المستقبلات الضوئية الاخرى:

أ. الكريبتوكرومات ✅ ب. الجبريللينات ج. ABAد. السليلوز

10.التغيرات الناتجة عن الضوء تسمى:

أ. التشكل الضوئي ✅ ب. التنفس ج. النتح د. الامتصاص

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. الفيتوكروم مستقبل ضوئي ✓ .
2. يستجيب للضوء الاحمر والاحمر البعيد. ✓
3. يوجد في صورة واحدة فقط ✗ .
4. Prيتحول إلى Pfr بالضوء الاحمر ✓ .
5. Pfrيتحول إلى Pr بالضوء الاحمر البعيد. ✓
6. يشارك الفيتوكروم في الانبات✓ .
7. لا علاقة له بالإزهار ✗ .
8. يشارك في استجابة الظل✓ .
9. يعمل مع الساعة البيولوجية✓ .
10. يعد مهماً في تنظيم النمو والتطور النباتي✓ .
11. الضوء يعمل كمصدر طاقة وإشارة تنظيمية✓ .
12. الفيتوكروم أحد أهم المستقبلات الضوئية النباتية✓ .
13. Pfrغالباً أكثر نشاطاً فسيولوجياً من ✓ .Pr
14. استجابة الظل تنتج عن تغير جودة الضوء✓ .
15. الكريبتوكرومات من المستقبلات الضوئية✓ .
16. الفيتوكروم يؤثر في التعبير الجيني✓ .
17. يشارك في التوافق الضوئي✓ .
18. تستجيب بعض البذور للضوء من خلال الفيتوكروم✓ .
19. الفيتوكروم جزء من نظام الاشارات الضوئية في النبات✓ .
20. يعد فهم الفيتوكروم أساسياً لدراسة تطور النبات تحت تأثير الضوء✓ .

المحاضرة الحادية عشرة

الارتباع Vernalization والسكونDormancy

أولا: أهداف التعلم

بنهاية هذه المحاضرة يتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرّف السكون والارتباع ويميز بينهما.
2. يفسر دور السكون في تنظيم الانبات وبقاء النوع النباتي.
3. يوضح أهمية الارتباع في تنظيم الازهار في النباتات المختلفة.

ثانياً: مخرجات التعلم

المعرفة والفهمK1 : أن يشرح الطالب مفهوم السكون والارتباع والعوامل المؤثرة فيهما.

المهارات الذهنيةI1 : أن يحلل العلاقة بين الظروف البيئية والاستجابات التطورية المرتبطة بالسكون والازهار.

المهارات المهنية والعمليةP1 : أن يفسر سلوك البذور والنباتات الزراعية اعتماداً على مفاهيم السكون والارتباع.

ثالثاً: مقدمة

لا تنبت جميع البذور بمجرد نضجها، كما أن كثيراً من النباتات لا تزهر بمجرد وصولها إلى مرحلة النمو المناسبة. وقد طورت النباتات آليات فسيولوجية متقدمة تسمح لها بتنسيق الانبات والازهار مع الظروف البيئية الملائمة. ومن أهم هذه الاليات السكون والارتباع.

فالسكون يمنع البذور من الانبات في الظروف غير المناسبة، بينما يسمح الارتباع للنبات بالتعرف على مرور فصل الشتاء قبل الانتقال إلى مرحلة الازهار. وبذلك يضمن النبات حدوث التكاثر في الوقت الاكثر ملاءمة لنجاح الجيل الجديد.

رابعاً: المحتوى العلمي

أولا: السكونDormancy

س: ما المقصود بالسكون؟

ج: السكون هو حالة فسيولوجية تفشل فيها البذرة في الانبات رغم توافر الظروف البيئية المناسبة للإنبات مثل الماء والاكسجين ودرجة الحرارة الملائمة.

س: لماذا تدخل البذور في حالة السكون؟

ج: يدخل النبات في حالة السكون من أجل:

- منع الانبات المبكر.
- حماية البادرات من الظروف غير الملائمة.
- زيادة فرص بقاء النوع النباتي.
- تنظيم توقيت الانبات.

س: هل السكون ظاهرة ضارة للنبات؟

ج: لا

فالسكون يعد آلية تكيفية مهمة تساعد النبات على البقاء والاستمرار في البيئات المتغيرة.

س: ما العلاقة بين ABA والسكون؟

ج: يعد حمض الابسيسيك ABA من أهم المنظمات الهرمونية المرتبطة بالسكون حيث يسهم في تكوين السكون والحفاظ عليه أثناء نضج البذور.

س: ما العلاقة بين الجبريللينات والسكون؟

ج: ترتبط الجبريللينات عادة بتحفيز الانبات والنمو، ولذلك فإن العلاقة بين ABA والجبريللينات تمثل عاملا أساسياً في تنظيم السكون والانبات.

س: ما المقصود بكسر السكون؟

ج: كسر السكون هو انتهاء الحالة الفسيولوجية التي تمنع الانبات وعودة البذرة إلى القدرة على الانبات عند توافر الظروف المناسبة.

س: هل يتم كسر السكون بالطريقة نفسها في جميع النباتات؟

ج: لا

تختلف آليات كسر السكون باختلاف الانواع النباتية والظروف البيئية المرتبطة بها.

س: ما دور الماء في كسر السكون والانبات؟

ج: عند امتصاص البذور للماء تبدأ عملية إعادة تنشيط الايض الخلوي وتستعيد الخلايا نشاطها الحيوي تمهيداً للإنبات.

س: ما المقصود بالتشربImbibition ؟

ج: التشرب هو المرحلة الاولى من الانبات والتي تمتص خلالها البذور الماء بسرعة نتيجة انخفاض الجهد المائي داخل البذرة الجافة.

س: ما مراحل امتصاص الماء أثناء الانبات؟

ج: تمر عملية الامتصاص بثلاث مراحل رئيسية:

1. امتصاص سريع للماء.
2. مرحلة مستقرة نسبياً يعاد فيها تنشيط الايض.
3. زيادة جديدة في امتصاص الماء مع بدء نمو الجنين.

س: ماذا يحدث أثناء المرحلة الثانية من الانبات؟

ج: يحدث:

- تنشيط التنفس.
- تنشيط تصنيع البروتينات.
- تنشيط النسخ والترجمة.
- إعادة بناء الانظمة الخلوية النشطة.

س: ما أول علامة خارجية على نجاح الانبات؟

ج: ظهور الجذير Radicle Emergence من البذرة يعد أول علامة واضحة على بدء الانبات الحقيقي.

س: لماذا يمنع السكون الانبات في الشتاء أحياناً؟

ج: لان إنبات البادرات خلال الظروف الباردة أو غير المناسبة قد يؤدي إلى موتها، وبالتالي يساعد السكون على تأخير الانبات حتى تتحسن الظروف البيئية.

ثانياً: الارتباعVernalization

س: ما المقصود بالارتباع؟

ج: الارتباع هو استجابة فسيولوجية يؤدي فيها التعرض لفترة طويلة من البرودة إلى تمكين النبات من الازهار لاحقا.

س: لماذا يحتاج بعض النباتات إلى الارتباع؟

ج: لضمان عدم حدوث الازهار قبل انتهاء فصل الشتاء، وبذلك يحدث التزهير في الظروف المناسبة خلال الربيع أو أوائل الصيف.

س: هل جميع النباتات تحتاج إلى الارتباع؟

ج: لا

فالاحتياج للارتباع يختلف بين الانواع النباتية المختلفة.

س: ما أهمية الارتباع للنباتات الشتوية؟

ج: يسمح لها بتمييز مرور الشتاء فعلياً قبل البدء في النمو الزهري، مما يزيد فرص نجاح الازهار والتكاثر.

س: أين يدرك النبات تأثير البرودة المرتبط بالارتباع؟

ج: يرتبط اكتساب القدرة على الازهار بالأنسجة المرستيمية والقمة النامية التي تستجيب لفترة البرودة الطويلة.

س: هل يحدث الازهار مباشرة بعد الارتباع؟

ج: ليس بالضرورة.

فالارتباع يكسب النبات القدرة على الازهار، لكن قد تحتاج العملية إلى إشارات إضافية مثل الظروف الضوئية المناسبة.

س: ما العلاقة بين الارتباع والتوافق الضوئي؟

ج: في كثير من النباتات يعمل الارتباع والتوافق الضوئي معاً لتنظيم توقيت الازهار بدقة.

س: ما المقصود بالكفاءة الزهريةFloral Competence ؟

ج: هي قدرة النبات على الاستجابة للإشارات المحفزة للإزهار بعد استكمال المتطلبات اللازمة مثل الارتباع.

س: كيف يؤثر الارتباع في التنظيم الجيني؟

ج: يؤدي التعرض للبرودة إلى تعديلات تنظيمية طويلة الامد في التعبير الجيني المرتبط بالإزهار.

س: ما الجين المرتبط بالارتباع في الارابيدوبسيس؟

ج: يوضح المرجع أن الارتباع يرتبط بخفض نشاط الجين: **FLC FLOWERING LOCUS C**

وهو أحد مثبطات الازهار المهمة في نبات الارابيدوبسيس.

س: ماذا يحدث للجين FLC أثناء الارتباع؟

ج: يحدث تثبيط طويل الامد لنشاطه نتيجة التغيرات التنظيمية المرتبطة بالتعرض للبرودة.

س: لماذا يعد تثبيط FLC مهماً؟

ج: لأنه يسمح بتنشيط الجينات والمسارات التي تؤدي في النهاية إلى حدوث الازهار.

س: هل تختلف آليات الارتباع بين النباتات؟

ج: نعم.

فبعض التفاصيل الجزيئية تختلف بين مجموعات النباتات المختلفة رغم تشابه الهدف الفسيولوجي العام للارتباع.

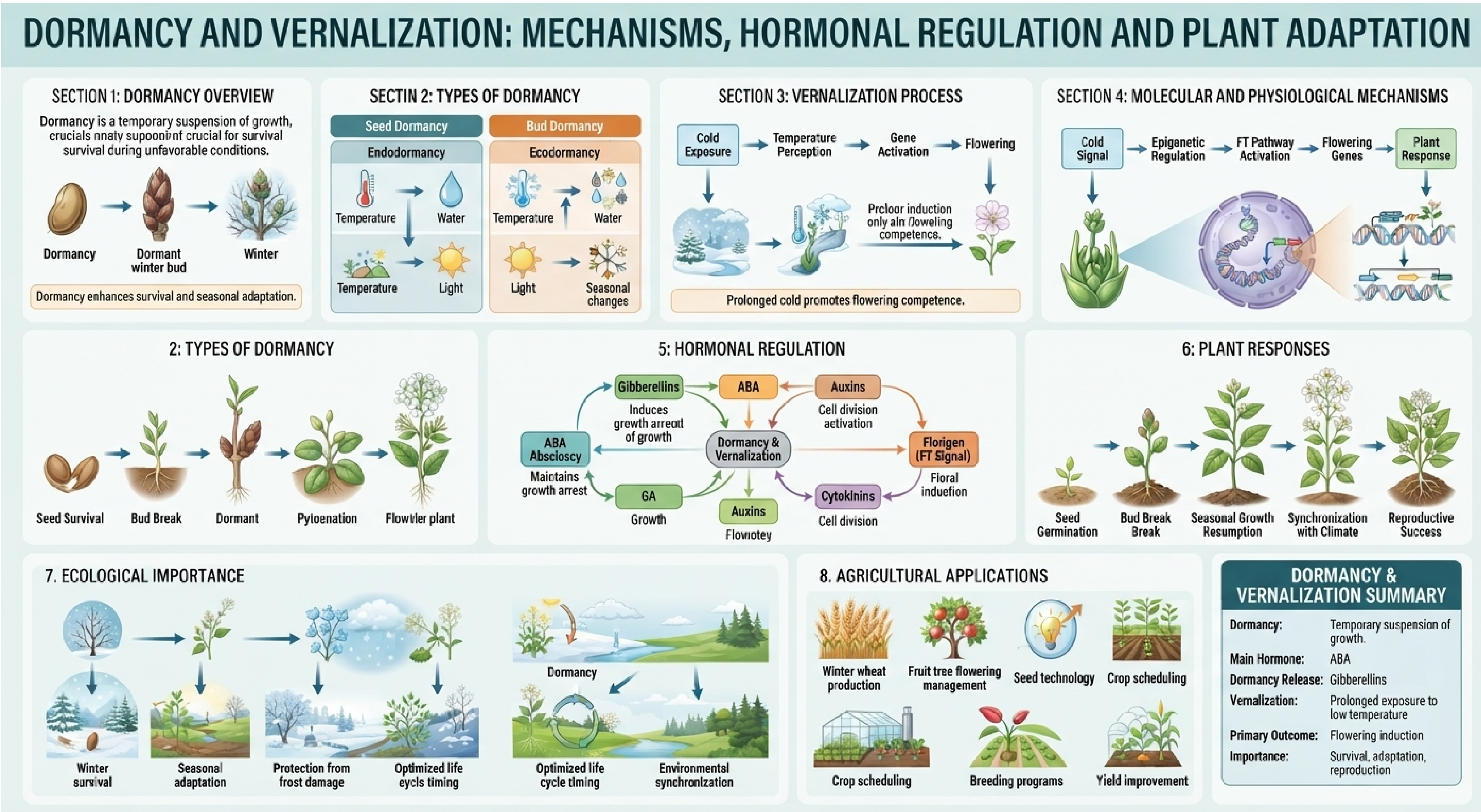
س: ما العلاقة بين الارتباع والفلوريجين؟

ج: بعد اكتمال الارتباع تصبح النباتات أكثر قدرة على الاستجابة لمسارات الازهار التي تنشط إنتاج أو عمل الاشارة الزهرية.Florigen

س: ما أهمية دراسة السكون والارتباع؟

ج: تساعد في:

- فهم تنظيم الانبات.
- تفسير مواعيد الازهار.
- تحسين إدارة المحاصيل الزراعية.
- تفسير استجابة النباتات للتغيرات الموسمية.


DORMANCY AND VERNALIZATION: MECHANISMS, HORMONAL REGULATION AND PLANT ADAPTATION
SECTION 1: DORMANCY OVERVIEW
Dormancy is a temporary suspension of growth, crucials nnatv supoonint crucial for survival survival during unfavorable conditions.
Dormancy
Dormant winter bud
Winter
Dormancy enhances survival and seasonal adaptation.
SECTIN 2: TYPES OF DORMANCY
Seed Dormancy
Bud Dormancy
Endodormancy
Ecodormancy
Temperature
Water
Temperature
Water
Temperature
Light
Light
Seasonal changes
SECTION 3: VERNALIZATION PROCESS
Cold Exposure
Temperature Perception
Gene Activation
Flowering
Prcloor induction only aln Ωoweling competence.
Prolonged cold promotes flowering competence.
SECTION 4: MOLECULAR AND PHYSIOLOGICAL MECHANISMS
Cold Signal
Epigenetic Regulation
FT Pathway Activation
Flowering Genes
Plant Response
2: TYPES OF DORMANCY
Seed Survival
Bud Break
Dormant
Pyioenation
Flowtıler plant
5: HORMONAL REGULATION
Gibberellins
ABA
Auxins
Induces growth arreott of growth
Cell division activation
ABA Absciscy
Dormancy & Vernalization
Florigen (FT Signal)
Maintains growth arrest
GA
Growth
Auxins
Flowıotey
Cytokinins
Cell division
Floral induefion
6: PLANT RESPONSES
Seed Germination
Bud Break Break
Seasonal Growth Resumption
Synchronization with Climate
Reproductive Success
7. ECOLOGICAL IMPORTANCE
Winter survival
Seasonal adaptation
Protection from frost damage
Optlmized life eycls timing
Dormancy
Optimized life cycle timing
Environmental synchronization
8. AGRICULTURAL APPLICATIONS
Winter wheat production
Fruit tree flowering management
Seed technology
Crop scheduling
Crop scheduling
Breeding programs
Yield improvement
DORMANCY & VERNALIZATION SUMMARY
Dormancy: Temporary suspension of growth.
Main Hormone: ABA
Dormancy Release: Gibberellins
Vernalization: Prolonged exposure to low temperature
Primary Outcome: Flowering induction
Importance: Survival, adaptation, reproduction

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالسكون؟

الاجابة: حالة لا تنبت فيها البذرة رغم توافر الظروف المناسبة.

س2: ما أهمية السكون؟

الاجابة: منع الانبات في الظروف غير المناسبة.

س3: ما دور ABA في السكون؟

الاجابة: المشاركة في تكوين السكون والمحافظة عليه.

س4: ما المقصود بكسر السكون؟

الاجابة: استعادة البذرة قدرتها على الانبات.

س5: ما المقصود بالتشرب؟

الاجابة: الامتصاص الاولي للماء بواسطة البذرة.

س6: ما أول علامة للإنبات؟

الاجابة: خروج الجذير.

س7: ما المقصود بالارتباع؟

الاجابة: اكتساب القدرة على الازهار بعد التعرض لفترة برودة طويلة.

س8: هل جميع النباتات تحتاج للارتباع؟

الاجابة: لا

س9: ما الجين المرتبط بالارتباع في الارابيدوبسيس؟

الاجابة.FLC :

س10: ما العلاقة بين الارتباع والتوافق الضوئي؟

الاجابة: يعملان معاً لتنظيم توقيت الازهار.

سادساً: أسئلة اختيار من متعددMCQ

1. السكون هو:
- أ. الازهار
- ب. عدم الانبات رغم توافر الظروف المناسبة ✅
- ج. التلقيح
- د. الاخصاب

2. الهرمون الاكثر ارتباطاً بالسكون:
- أ. الاوكسين
- ب. ✅ ABA
- ج. الايثيلين
- د. السيتوكينين

3. أول مرحلة في الانبات:
- أ. الازهار
- ب. التشرب ✅
- ج. التلقيح
- د. الاخصاب

4. أول علامة للإنبات:
- أ. الورقة
- ب. السويقة
- ج. الجذير ✅
- د. البرعم

5. الارتباع يعتمد على:
- أ. الحرارة المرتفعة
- ب. البرودة الطويلة ✅
- ج. الجفاف
- د. الملوحة

6. الارتباع يرتبط بتنظيم:
- أ. الازهار ✅

- ب. البناء الضوئي
- ج. النتح
- د. التنفس

7. الجين المرتبط بالارتباع:

- أ. FT
- ب. ✅ FLC
- ج. PIN
- د. DELLA

8. يؤدي تثبيط FLC إلى:

- أ. منع الازهار
- ب. تعزيز الازهار ✅
- ج. منع الانبات
- د. زيادة النتح

9. يحتاج بعض النباتات للارتباع حتى:

- أ. تنبت
- ب. تزهر ✅
- ج. تتنفس
- د. تمتص الماء

10. السكون يساعد على:

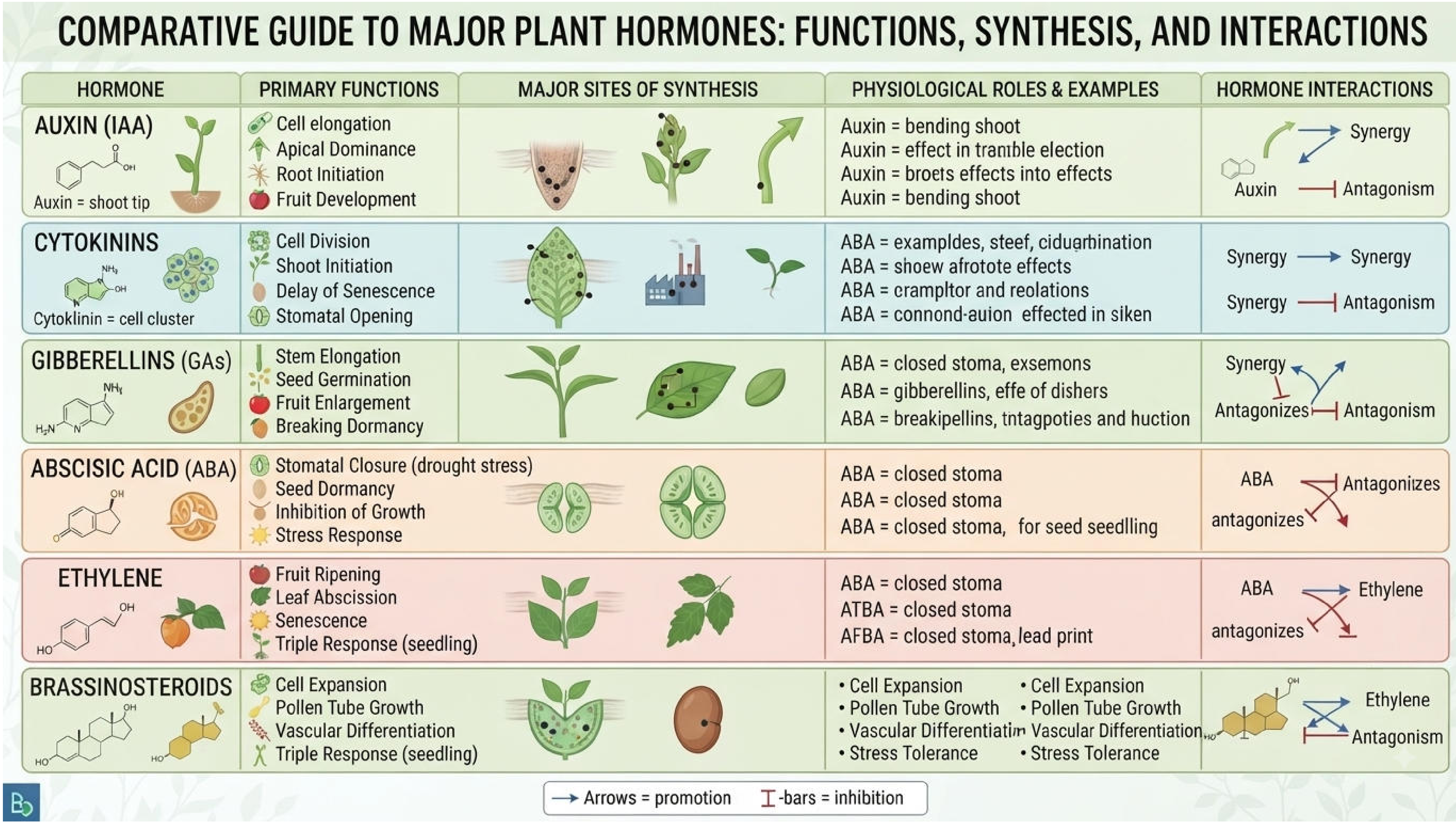
- أ. حماية البادرات ✅
- ب. زيادة النتح
- ج. تقليل البناء الضوئي
- د. زيادة فقد الماء

سابعاً: أسئلة صح أو خطأ

1. السكون ظاهرة فسيولوجية✓ .
2. ABAيرتبط بالسكون✓ .
3. الجذير أول عضو يظهر أثناء الانبات✓ .
4. الارتباع يعتمد على التعرض للحرارة المرتفعة✗ .
5. بعض النباتات تحتاج للارتباع قبل الازهار✓ .
6. FLCأحد مثبطات الازهار✓ .
7. التشرب يمثل المرحلة الاولى للإنبات✓ .
8. جميع النباتات تحتاج للارتباع✗ .
9. يؤثر الارتباع في التعبير الجيني✓ .
10. يعمل الارتباع والتوافق الضوئي معاً في بعض النباتات✓ .
11. السكون يمنع الانبات غير المناسب. ✓
12. الجبريللينات مرتبطة بالإنبات✓ .
13. الانبات يحتاج إلى إعادة تنشيط الايض✓ .
14. الارتباع يساعد النبات على إدراك مرور الشتاء✓ .
15. يحدث خروج الجذير بعد امتصاص الماء✓ .
16. يسهم ABA في المحافظة على السكون✓ .
17. الارتباع يكسب النبات القدرة على الازهار✓ .
18. تختلف متطلبات الارتباع بين النباتات✓ .
19. السكون والارتباع عمليتان تكيفيتان مهمتان✓ .
20. يعد فهم السكون والارتباع مهماً في الانتاج الزراعي✓ .

جدول مقارنة الهرمونات النباتية

الهرمون بالعربية	الهرمون بالإنجليزية	أهم وظيفة	أبرز التأثيرات
الاوكسينات	Auxins	تنظيم النمو والاستطالة	استطالة الخلايا، تنظيم القطبية، الانتحاء الضوئي، تكوين الاعضاء، التمايز الوعائي
الجبريللينات	Gibberellins GA	تحفيز النمو الطولي	استطالة الساق، زيادة طول السلاميات، تنشيط الانبات، المساهمة في الازهار
السيتوكينينات	Cytokinins	تحفيز الانقسام الخلوي	انقسام الخلايا، تنظيم تكوين الاعضاء، التأثير في النمو الخضري
الايثيلين	Ethylene	تنظيم التطور والاستجابات البيئية	نضج الثمار، تنظيم النمو، الاستجابة للظروف البيئية المختلفة
حمض الابسيسيك	Abscisic Acid ABA	تنظيم الاجهاد والسكون	السكون، غلق الثغور، نضج البذور، تحمل الجفاف
البراسينوستيرويدات	Brassinosteroids BRs	تنظيم النمو والتطور	استطالة الخلايا، النمو الخضري، الانبات، التطور المرتبط بالضوء
الستريجولاكتونات	Strigolactones SLs	تنظيم التفرع النباتي	تثبيط نمو البراعم الجانبية، تنظيم التفرعات، التفاعل مع الريزوسفير


COMPARATIVE GUIDE TO MAJOR PLANT HORMONES: FUNCTIONS, SYNTHESIS, AND INTERACTIONS
HORMONE
PRIMARY FUNCTIONS
MAJOR SITES OF SYNTHESIS
PHYSIOLOGICAL ROLES & EXAMPLES
HORMONE INTERACTIONS
AUXIN (IAA)
Auxin = shoot tip
Cell elongation
Apical Dominance
Root Initiation
Fruit Development
Auxin = bending shoot
Auxin = effect in tranıble election
Auxin = broets effects into effects
Auxin = bending shoot
Synergy
Auxin
Antagonism
CYTOKININS
Cytoklinin = cell cluster
Cell Division
Shoot Initiation
Delay of Senescence
Stomatal Opening
ABA = examplde̲s, steef, ciduąrbination
ABA = shoew afrotote effects
ABA = crampltor and reolations
ABA = connond-auion effected in siken
Synergy
Synergy
Synergy
Antagonism
GIBBERELLINS (GAs)
Stem Elongation
Seed Germination
Fruit Enlargement
Breaking Dormancy
ABA = closed stoma, exsemons
ABA = gibberellins, effe of dishers
ABA = breakipellins, tntagpoties and huction
Synergy
Antagonizes
Antagonism
ABSCISIC ACID (ABA)
Stomatal Closure (drought stress)
Seed Dormancy
Inhibition of Growth
Stress Response
ABA = closed stoma
ABA = closed stoma
ABA = closed stoma, for seed seedlling
ABA
Antagoniizes
antagonizes
ETHYLENE
Fruit Ripening
Leaf Abscission
Senescence
Triple Response (seedling)
ABA = closed stoma
ATBA = closed stoma
AFBA = closed stoma, lead print
ABA
Ethylene
antagonizes
BRASSINOSTEROIDS
Cell Expansion
Pollen Tube Growth
Vascular Differentiation
Triple Response (seedling)
• Cell Expansion
• Pollen Tube Growth
• Vascular Differentiatim
• Stress Tolerance
• Cell Expansion
• Pollen Tube Growth
• Vascular Differentiation
• Stress Tolerance
Ethylene
Antagonism
Arrows = promotion
-bars = inhibition

خريطة علمية توضيحية إنفو جرافيك ممتازة ومنظمة للغاية، توضح:

دور الهرمونات النباتية الرئيسية في العمليات الحيوية للنبات.

بشكل مبسط، تخيل أن الهرمونات هي "رسائل كيميائية" داخل النبات، تماماً مثل الهرمونات في جسم الإنسان، وهي التي تخبر النبات متى ينمو، يزهر، يثمر، أو يدافع عن نفسه.

شرح مبسط ومفصل للألوان، الأشكال، ومحتوى الصورة باللغة العربية:

أولاً: الفكرة العامة للصورة

الصورة مقسمة إلى جزأين رئيسيين:

1. **الرسم التوضيحي المركزي:** صورة لنبات كامل من الجذور إلى الزهرة والثمرة توضح أجزاء النبات المختلفة.
2. **المربعات المحيطة لوحات الهرمونات:** خمس لوحات ملونة، كل لوحة مخصصة لهرمون واحد، وتوضح تأثير هذا الهرمون على أجزاء النبات المختلفة.

ثانياً: تفسير الألوان ترميز الهرمونات

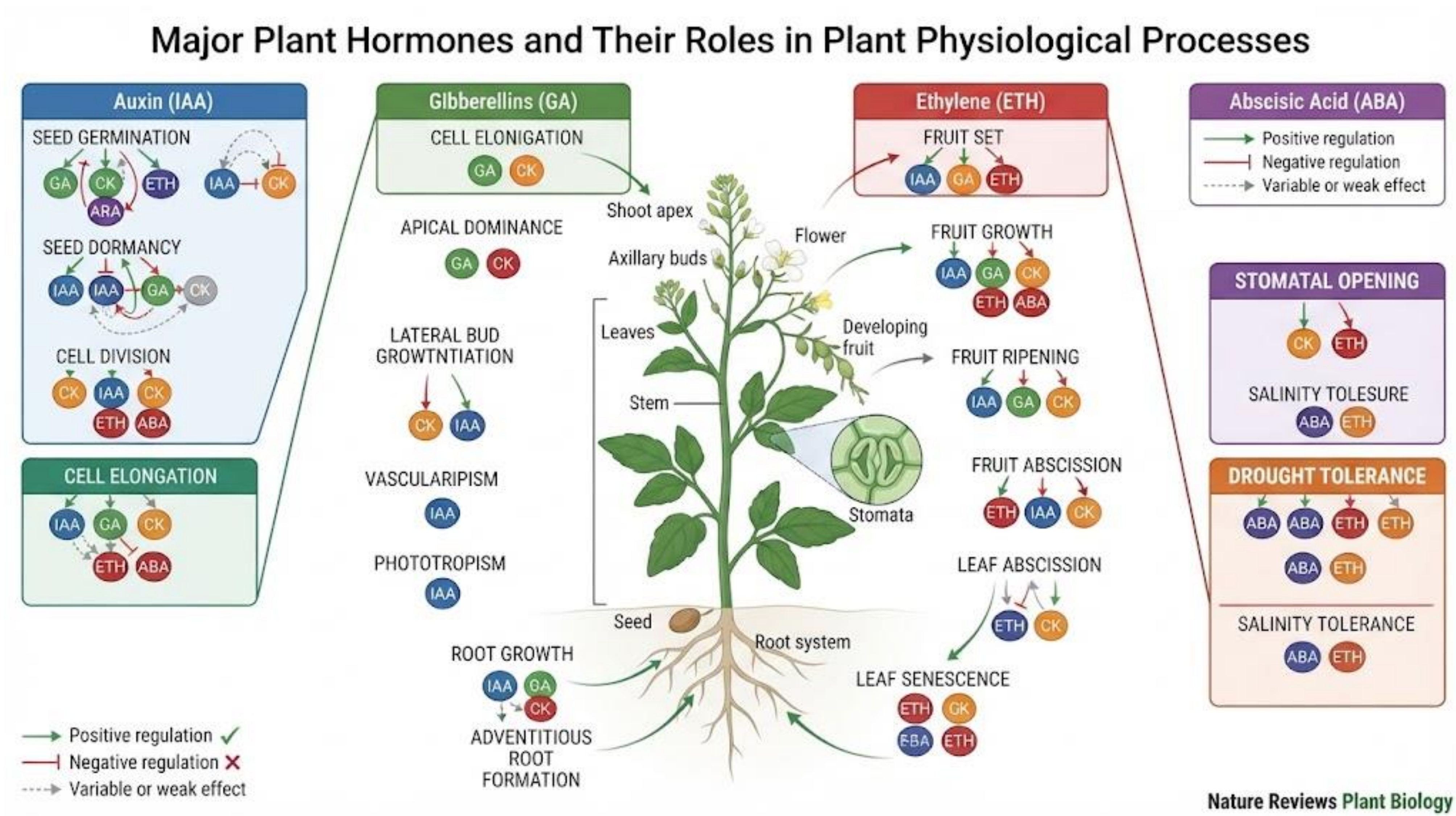
تم استخدام نظام لوني ثابت لتمييز كل هرمون عن الآخر لتسهيل القراءة. الألوان لا تعني "خير أو شر" بل هي مجرد تصنيف:

1. **اللون الأزرق Auxin - IAA:** يمثل هرمون **الأوكسين**. مسؤول بشكل أساسي عن النمو والاستطالة.
2. **اللون الأخضر الفاتح Gibberellins - GA:** يمثل هرمون **الجبريللين**. مسؤول عن طول الساق وإنبات البذور.
3. **اللون البرتقالي Cytokinins - CK:** يمثل هرمون **السيتوكينين**. مسؤول عن انقسام الخلايا وتأخير الشيخوخة.
4. **اللون الأحمر Ethylene - ETH:** يمثل هرمون **الإيثيلين**. غاز مسؤول عن نضج الثمار وتساقط الأوراق.
5. **اللون البنفسجي Abscisic Acid - ABA:** يمثل **حمض الأبسيسيك**. هرمون الإجهاد، مسؤول عن السكون وتحمل الجفاف.

ملاحظة: في الرسم المركزي، الدوائر الصغيرة الملونة بجانب كل جزء من النبات تشير إلى الهرمون المؤثر في تلك العملية.

خريطة علمية توضيحية إنفو جرافيك ممتازة ومنظمة للغاية، توضح:

دور لهرمونات النباتية الرئيسية في العمليات لحيوية للنبات.



ثالثاً: تفسير الأشكال والرموز كيفية عمل الهرمونات

داخل كل مربع ملون، ستجد قائمة بعمليات فسيولوجية مثل "نمو الجذر"، "نضج الثمرة"، وبجانبها دوائر صغيرة ملونة الهرمونات وأسهم.

1. الأشكال الدوائر:

- دوائر بداخلها حروف مثل GA ،IAA: هذه هي **الهرمونات** المسببة للتأثير.

2. الأسهم والخطوط نوع التأثير: هذا هو أهم جزء لفهم العلاقة. يوجد مفتاح صغير أسفل اليسار يوضح ذلك:

- **سهم أخضر كامل ✓ Positive regulation:** يعني تأثير **إيجابي/تحفيزي**. الهرمون هنا يأمر النبات بالقيام بهذه العملية مثلاً: الأوكسين → نمو الجذر.

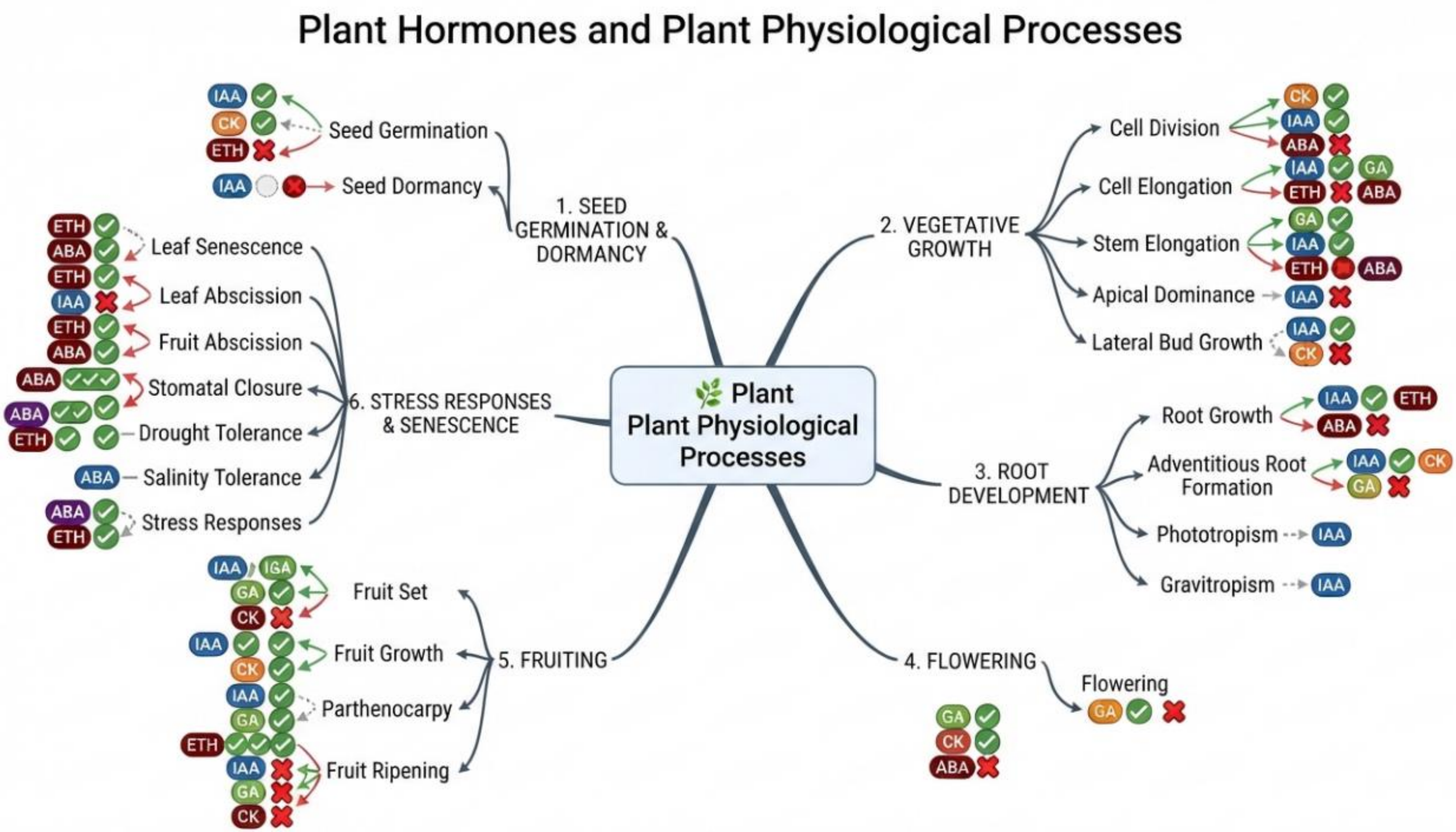
- **خط أحمر ينتهي بـ T ✕ Negative regulation:** يعني تأثير **سلبي/تثبيطي**. الهرمون هنا يمنع حدوث هذه العملية مثلاً: الأوكسين → يمنع تساقط الأوراق.

- **سهم رمادي متقطع Variable effect:** يعني أن التأثير **متغير أو ضعيف**، ويعتمد على حالة النبات أو تركيز الهرمون.

رابعاً: ملخص مبسط لوظائف الهرمونات من واقع الصورة

إليك ما تفعله الهرمونات الخمسة باختصار:

- **الأوكسين الأزرق:** هو "المدير العام" للنمو. يجعل الساق ينمو للأعلى، والجذور للأسفل، ويمنع البراعم الجانبية من النمو بسرعة ليبقى النبات مستقيماً السيادة القمية.
- **الجبريللين الأخضر:** هو "محفز الطول". وظيفته الأساسية جعل الساق يستطيل، ويوقظ البذور من سباتها لتبدأ في الإنبات.
- **السيتوكينين البرتقالي:** هو "نافورة الشباب". يشجع انقسام الخلايا، ويحافظ على الأوراق خضراء ويؤخر شيخوختها، ويساعد في ظهور براعم جديدة.
- **الإيثيلين الأحمر:** هو "هرمون النضج والإسقاط". يسرع نضج الثمار مثل الموز والطماطم، ويؤدي إلى تساقط الأوراق والثمار عندما تتقدم في العمر أو يحل الخريف.
- **حمض الأبسيسيك البنفسجي:** هو "مدير الأزمات". يعمل العكس تماماً عندما يتعرض النبات للجفاف أو الخطر؛ فهو يغلق الثغور في الأوراق ليحافظ على الماء، ويجعل البذور تدخل في حالة سكون ولا تنبت حتى تتحسن الظروف.


Plant Hormones and Plant Physiological Processes
Plant
Plant Physiological
Processes
1. SEED
GERMINATION &
DORMANCY
Seed Germination
Seed Dormancy
2. VEGETATIVE
GROWTH
Cell Division
Cell Elongation
Stem Elongation
Apical Dominance
Lateral Bud Growth
3. ROOT
DEVELOPMENT
Root Growth
Adventitious Root
Formation
Phototropism
Gravitropism
4. FLOWERING
Flowering
5. FRUITING
Fruit Set
Fruit Growth
Parthenocarpy
Fruit Ripening
6. STRESS RESPONSES
& SENESCENCE
Leaf Senescence
Leaf Abscission
Fruit Abscission
Stomatal Closure
Drought Tolerance
Salinity Tolerance
Stress Responses
IAA
CK
ETH
ABA
GA
IGA

خريطة ذهنية للعلاقة بين الهرمونات النباتية والعمليات الفسيولوجية في النبات

Plant Hormones and Plant Physiological Processes

في الوسط يوجد مربع بعنوان **Plant Physiological Processes** وتتفرع منه ست مجموعات رئيسية:

1.إنبات البذور وسكونها(Seed Germination & Dormancy)

- **إنبات البذور :(Seed Germination)**
  - الأوكسين (IAA) ✓
  - السيتوكينين (CK) ✓
  - الإيثيلين (ETH) ✗
- **سكون البذور :(Seed Dormancy)**
  - الأوكسين (IAA) له تأثير مرتبط بالسكون.

2.النمو الخضري(Vegetative Growth)

يشمل:

- انقسام الخلايا(Cell Division)
- استطالة الخلايا(Cell Elongation)
- استطالة الساق(Stem Elongation)
- السيادة القمية(Apical Dominance)
- نمو البراعم الجانبية(Lateral Bud Growth)

وتظهر بجانب كل عملية الهرمونات المنشطة (✓) أو المثبطة (✗)، مثل:

- السيتوكينين(CK)
- الأوكسين(IAA)
- حمض الأبسيسيك(ABA)
- الجبريللين(GA)
- الإيثيلين(ETH)

3.تطور الجذور(Root Development)

يشمل:

- نمو الجذر(Root Growth)
- تكوين الجذور العرضية(Adventitious Root Formation)
- الانتحاء الضوئي(Phototropism)
- الانتحاء الأرضي أو الجذبي(Gravitropism)

ويظهر أن **الأوكسين (IAA)** له دور بارز في معظم هذه العمليات.

4.الإزهار(Flowering)

- الجبريلين ✓ (GA)
- السيتوكينين ✓ (CK)
- حمض الأبسيسيك ✗ (ABA)

5.الإثمار(Fruiting)

يشمل:

- عقد الثمار(Fruit Set)
- نمو الثمار(Fruit Growth)
- الإثمار البكري(Parthenocarpy)
- نضج الثمار(Fruit Ripening)

وتظهر أدوار:

- الأوكسين(IAA)
- الجبريلين(GA)
- السيتوكينين(CK)
- الإيثيلين(ETH)

خصوصًا دور **الإيثيلين في نضج الثمار**.

6.الاستجابة للإجهاد والشيخوخة(Stress Responses & Senescence)

تشمل:

- شيخوخة الأوراق(Leaf Senescence)
- تساقط الأوراق(Leaf Abscission)
- تساقط الثمار(Fruit Abscission)
- غلق الثغور(Stomatal Closure)
- تحمل الجفاف(Drought Tolerance)
- تحمل الملوحة(Salinity Tolerance)
- الاستجابات للإجهاد(Stress Responses)

ويبرز في هذا الجزء تأثير:

- حمض الأبسيسيك(ABA)
- الإيثيلين(ETH)
- الأوكسين(IAA)

اختصارات الهرمونات المستخدمة في الشكل

- **IAA** = الأوكسين(Auxin)
- **GA** = الجبريلين(Gibberellin)
- **CK** = السيتوكينين(Cytokinin)
- **ABA** = حمض الأبسيسيك(Abscisic Acid)
- **ETH** = الإيثيلين(Ethylene)

المفتاح

✓تشير إلى **التأثير المنشط أو المحفز**، و ✗ تشير إلى **التأثير المثبط أو المعاكس.**

هذه الخريطة مفيدة كمراجعة سريعة للمقرر لأنها تربط بين كل عملية حيوية والهرمونات المنظمة لها.

فيما يلي **20سؤالاً** مستنبطة من الخريطة الذهنية *Plant Hormones and Plant Physiological Processes*، وموزعة على مستويات بلوم المعرفية المختلفة :**التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل، التفسير، التعليل، الاستنتاج، التقويم، والإبداع (العصف الذهني)**.

أولاً: أسئلة الاختيار من متعدد (10 أسئلة)

) .1التذكر(

أي الهرمونات التالية يرتبط مباشرةً بنضج الثمار؟

أ) ABA
ب) CK
ج) ETH
د) IAA

✅ **الإجابة: ج) ETH**

) .2الفهم(

ما السبب في اعتبار حمض الأبسيسيك (ABA) هرموناً مساعداً للنبات أثناء الجفاف؟

أ) يزيد انقسام الخلايا
ب) يحفز الإزهار
ج) يسبب غلق الثغور وتقليل فقد الماء
د) يزيد نضج الثمار

✅ **الإجابة: ج) يسبب غلق الثغور وتقليل فقد الماء**

) .3التطبيق(

إذا أراد مزارع زيادة تكوين الجذور العرضية في عقل نباتية، فأي هرمون يُفضل استخدامه؟

أ) الإيثيلين
ب) الأوكسين
ج) حمض الأبسيسيك
د) السيتوكينين

✅ **الإجابة: ب) الأوكسين**

(.4التحليل)

نبات يتميز بسيادة قمية قوية وضعف شديد في نمو البراعم الجانبية. أي استنتاج هو الأقرب للصواب؟

أ) انخفاض الأوكسين
ب) ارتفاع السيتوكينين
ج) ارتفاع الأوكسين
د) انخفاض الجبريلين

✅ **الإجابة: ج) ارتفاع الأوكسين**

(.5التفسير)

لماذا يؤدي السيتوكينين إلى زيادة نمو البراعم الجانبية؟

أ) لأنه يشجع الانقسام الخلوي ويكسر تأثير السيادة القمية
ب) لأنه يغلق الثغور
ج) لأنه يسرع النضج
د) لأنه يحفز سكون البذور

✅ **الإجابة: أ) لأنه يشجع الانقسام الخلوي ويكسر تأثير السيادة القمية**

(.6الاستنتاج)

إذا عوملت النباتات بتركيز مرتفع من الإيثيلين، فما النتيجة المتوقعة؟

أ) زيادة سكون البذور
ب) زيادة استطالة الساق
ج) زيادة تساقط الأوراق والثمار
د) زيادة نمو الجذور

✅ **الإجابة: ج) زيادة تساقط الأوراق والثمار**

(.7التعليل)

أي تفسير يوضح دور الجبريلينات في الإزهار؟

أ) تحفز الانتقال من النمو الخضري إلى التكاثري
ب) تزيد غلق الثغور
ج) تمنع استطالة الساق
د) تمنع عقد الثمار

✅ **الإجابة: أ) تحفز الانتقال من النمو الخضري إلى التكاثري**

(.8التحليل والتطبيق)

عند معاملة نبات بالسيتوكينين مع خفض تركيز الأوكسين، يُتوقع أن يحدث:

أ) زيادة السيادة القمية
ب) زيادة نمو البراعم الجانبية
ج) زيادة سكون البذور
د) انخفاض الانقسام الخلوي

✅ **الإجابة: ب) زيادة نمو البراعم الجانبية**

(.9التقويم)

أي المعاملات التالية أكثر ملاءمة لإنتاج ثمار عديمة البذور؟

أ) معالجة الثمار بالإيثيلين فقط
ب) معالجة الأزهار بالأوكسين أو الجبريلين
ج) زيادة حمض الأبسيسيك
د) زيادة السيتوكينين فقط

✅ **الإجابة: ب) معالجة الأزهار بالأوكسين أو الجبريلين**

---

10. (الإبداع والعصف الذهني)

إذا أردت تصميم برنامج هرموني لتحسين تحمل النبات للجفاف، فأي اقتراح يعد الأفضل؟

أ) زيادة الجبريلين فقط
ب) زيادة السيتوكينين فقط
ج) تعزيز ABA مع تنظيم الاستجابة للإجهاد
د) زيادة الإيثيلين فقط

✅ **الإجابة: ج) تعزيز ABA مع تنظيم الاستجابة للإجهاد**

ثانياً: أسئلة صح أم خطأ (10 أسئلة)

(1. التذكر)

يرتبط الإيثيلين بصورة رئيسية بعملية نضج الثمار. ✅**صح**

(2. التذكر)

يعد الأوكسين من الهرمونات المهمة في الانتحاء الضوئي والانتحاء الأرضي. ✅**صح**

(3. الفهم)

يؤدي حمض الأبسيسيك إلى فتح الثغور أثناء الجفاف لتسهيل دخول الماء. ❌**خطأ** الصحيح: يسبب غلق الثغور.

(4. التطبيق)

يمكن استخدام الأوكسين لتحفيز تكوين الجذور العرضية في العقل النباتية. ✅**صح**

(5. التحليل)

ازدياد السيادة القمية غالباً ما يكون مرتبطاً بزيادة تأثير الأوكسين. ✅**صح**

(6. التفسير)

السيتوكينين يشجع انقسام الخلايا وبالتالي يساهم في النمو الخضري. ✅**صح**

(7. الاستنتاج)

إذا زاد الإيثيلين في النبات فقد يزداد تساقط الأوراق والثمار. ✅**صح**

(8. التعليل)

تساهم الجبريلينات في زيادة استطالة الساق. ✅**صح**

(.9التقويم)

يعد حمض الأبسيسيك الخيار الأنسب لتسريع نضج الثمار التجارية.

❌ **خطأ** الصحيح: الإيثيلين هو الهرمون الأكثر ارتباطاً بنضج الثمار.

(.10الإبداع والعصف الذهني)

يمكن اقتراح استخدام ABA لتحسين تحمل الجفاف اعتماداً على دوره في غلق الثغور واستجابات الإجهاد. ✅ **صح**

توزيع مستويات بلوم في الأسئلة

- **التذكر** 1 :، 2 (اختيار من متعدد) **+** 1، 2 (صح وخطأ)
- **الفهم** 2 :، 35 + ، 6
- **التطبيق** 3 :، 48 +
- **التحليل** 4 :، 58 +
- **التفسير والتعليل** 5 :، 67 + ، 8
- **الاستنتاج** 7 + 6 :
- **التقويم** 9 + 9 :
- **الإبداع والعصف الذهني** 10 + 10 :

هذه الأسئلة تغطي جميع المحاور الستة في الخريطة :**إنبات البذور، النمو الخضري، نمو الجذور، الإزهار، الإثمار، والاستجابة للإجهاد والشيخوخة**.

10أسئلة عصف ذهني مع إجابات قصيرة من المخطط نفسه:

1. **لماذا يؤدي ارتفاع حمض الأبسيسيك (ABA) إلى زيادة تحمل النبات للجفاف؟**
لأنه يساعد على غلق الثغور وتقليل فقد الماء.

2. **ماذا تتوقع أن يحدث للسيادة القمية إذا أزيل مصدر الأوكسين من القمة النامية؟**
يزداد نمو البراعم الجانبية.

3. **لماذا يستخدم الإيثيلين لتسريع نضج الثمار بعد الحصاد؟**
لأنه هرمون يحفز عملية نضج الثمار.

4. **كيف يؤثر السيتوكينين في النمو الخضري للنبات؟**
يحفز انقسام الخلايا.

5. **ماذا يحدث لاستطالة الساق عند زيادة تركيز الجبريلين؟**
تزداد استطالة الساق.

6. **لماذا يعد الأوكسين مهماً في الانتحاء الضوئي؟**
لأنه ينظم نمو الخلايا استجابة للضوء.

7. **كيف يمكن أن يؤثر نقص الجبريلين في الإزهار؟**
قد يؤدي إلى تأخر أو ضعف الإزهار.

8. **لماذا تكون الجذور العرضية أكثر تكويناً عند المعاملة بالأوكسين؟**
لأن الأوكسين يحفز تكوين الجذور.

9. **ما الفائدة من غلق الثغور أثناء الظروف البيئية القاسية؟**
المحافظة على الماء داخل النبات.

10. **إذا زاد الإيثيلين في الأوراق المسنة، فما النتيجة المتوقعة؟**
زيادة الشيخوخة وتساقط الأوراق.

هذه الأسئلة مناسبة للمناقشة الصفية وتركز على **التفسير والتوقع** أكثر من الحفظ المباشر.

فيما يلي **50سؤالًا متنوعًا مرتبة وفق مستويات بلوم المعرفية** في موضوع **الهرمونات النباتية والعمليات الفسيولوجية للنبات**، مع إجابات قصيرة نموذجية.

أولاً: مستوى التذكر (Remembering) 10 أسئلة

1. ما المقصود بالرمز IAA ؟
   - الأوكسين.
2. ما المقصود بالرمز GA ؟
   - الجبريلين.
3. ما المقصود بالرمز CK ؟
   - السيتوكينين.
4. ما المقصود بالرمز ABA ؟
   - حمض الأبسيسيك.
5. ما المقصود بالرمز ETH ؟
   - الإيثيلين.
6. ما الهرمون المسؤول عن نضج الثمار؟
   - الإيثيلين.
7. ما الهرمون المرتبط بغلق الثغور؟
   - حمض الأبسيسيك.
8. ما الهرمون الذي يحفز استطالة الساق؟
   - الجبريلين.
9. ما الهرمون المرتبط بالسيادة القمية؟
   - الأوكسين.
10. ما الهرمون الذي يحفز انقسام الخلايا؟
    - السيتوكينين.

ثانياً: مستوى الفهم (Understanding) 10 أسئلة

11. لماذا يعد ABA هرموناً مهماً أثناء الجفاف؟
    - لأنه يقلل فقد الماء بغلق الثغور.
12. لماذا يرتبط الإيثيلين بنضج الثمار؟
    - لأنه يحفز العمليات المؤدية للنضج.
13. لماذا يعد الأوكسين مهماً في الانتحاء الضوئي؟
    - لأنه ينظم توزيع النمو استجابة للضوء.
14. كيف يساهم السيتوكينين في زيادة النمو الخضري؟
    - بتحفيز انقسام الخلايا.
15. لماذا يؤدي ارتفاع الجبريلين إلى زيادة طول النبات؟
    - لأنه يحفز استطالة الساق.
16. لماذا تستخدم الأوكسينات في تجذير العقل؟
    - لأنها تشجع تكوين الجذور العرضية.
17. كيف يساعد ABA النبات على تحمل ظروف الإجهاد؟
    - بتنظيم استهلاك الماء.
18. لماذا يؤدي الإيثيلين إلى تساقط الأوراق؟
    - لأنه ينشط منطقة الانفصال.
19. لماذا يعد السيتوكينين مهماً في عملية الإزهار؟
    - لدوره في تنشيط النمو الخلوي.
20. كيف يرتبط الأوكسين بنمو الجذور؟
    - يزيد من تكوين الجذور عند التركيزات المناسبة.

ثالثاً: مستوى التطبيق 10 (Applying) أسئلة

21. مزارع يريد تسريع نضج الموز بعد الحصاد، أي هرمون يستخدم؟
   - الإيثيلين.
22. لإنتاج عقل نباتية ذات جذور قوية، أي هرمون يضاف؟
   - الأوكسين.
23. نبات يعاني من الجفاف، أي هرمون تتوقع ارتفاع تركيزه؟
   - ABA.
24. إذا أُريد زيادة استطالة الساق، أي هرمون يستخدم؟
   - الجبريلين.
25. إذا لوحظ ضعف في انقسام الخلايا، فأي هرمون قد يكون منخفضاً؟
   - السيتوكينين.
26. نبات يحتاج إلى زيادة نمو البراعم الجانبية، ماذا تفعل بالقمة النامية؟
   - إزالتها.
27. ثمار خضراء يراد تسويقها بسرعة، ما المعاملة المناسبة؟
   - الإيثيلين.
28. عند الرغبة في تكوين ثمار بكرية، أي هرمون يمكن استخدامه؟
   - الأوكسين أو الجبريلين.
29. عند تعرض النبات لملوحة مرتفعة، أي هرمون يساهم في التكيف؟
   - ABA.
30. أي هرمون تتوقع أن يزداد عند معاملة العقل بهدف التجذير؟
   - IAA.

رابعاً: مستوى التحليل (Analyzing) 10 أسئلة

31. قارن بين دور الأوكسين والسيتوكينين في النمو.
    - الأوكسين للنمو والاستطالة، والسيتوكينين لانقسام الخلايا.
32. ما العلاقة بين الأوكسين والسيادة القمية؟
    - الأوكسين يثبط نمو البراعم الجانبية.
33. لماذا تزداد البراعم الجانبية عند إزالة القمة النامية؟
    - لانخفاض تركيز الأوكسين.
34. ما الفرق بين دور الإيثيلين و ABAفي الإجهاد؟
    - الإيثيلين يرتبط بالشيخوخة والتساقط، و ABAبتحمل الإجهاد.
35. كيف تميز بين تأثير الجبريلين والأوكسين على الساق؟
    - الجبريلين يطيل الساق بقوة، والأوكسين يساهم في الاستطالة والسيادة القمية.
36. ما أوجه التشابه بين ABA والإيثيلين؟
    - كلاهما يرتبط باستجابات الإجهاد.
37. كيف يؤثر كل من الأوكسين والإيثيلين في تساقط الأعضاء النباتية؟
    - الأوكسين يقلله، والإيثيلين يزيده.
38. لماذا يعد الأوكسين مهماً للجذور أكثر من السيتوكينين؟
    - لأنه يحفز بدء تكوين الجذور.
39. ما العلاقة بين الجبريلين والإزهار؟
    - الجبريلين يحفز الإزهار في بعض النباتات.
40. كيف تفسر وجود ABA بتركيز مرتفع في النباتات المعرضة للجفاف؟
    - لأنه يحسن قدرتها على المحافظة على الماء.

خامساً: مستوى التقييم 5 (Evaluating) أسئلة

41. أيهما أفضل لنبات يتعرض لجفاف شديد: زيادة ABA أم زيادةETH ؟
   - زيادة.ABA
42. هل يعد استخدام الإيثيلين مناسباً لتخزين الثمار لفترات طويلة؟ ولماذا؟
   - لا، لأنه يسرع النضج.
43. أي الهرمونات أكثر أهمية في نجاح تجذير العقل؟ علل.
   - الأوكسين؛ لأنه يحفز تكوين الجذور.
44. أيهما أنسب لزيادة طول الساق GA :أمABA ؟
   - GA.
45. هل إزالة القمة النامية وسيلة مناسبة لزيادة التفريع؟ علل.
   - نعم؛ لأنها تقلل السيادة القمية.

سادساً: مستوى الإبداع والابتكار (Creating) 5 أسئلة

46. اقترح تجربة لإثبات تأثير الإيثيلين في نضج الثمار.
    - معاملة مجموعة بالإيثيلين ومقارنتها بمجموعة ضابطة.
47. صمم تجربة لإظهار دور ABA في غلق الثغور.
    - رش ABA ومقارنة اتساع الثغور بالنبات غير المعامل.
48. اقترح طريقة لزيادة عدد الجذور في عقل نباتية.
    - معاملة العقل بالأوكسين.
49. كيف يمكن تصميم تجربة لدراسة السيادة القمية؟
    - إزالة القمة النامية ومقارنة نمو البراعم الجانبية.
50. اقترح برنامجاً هرمونياً للحصول على نبات قوي النمو ومقاوم للجفاف.
    - استخدام السيتوكينين والأوكسين للنمو و ABAلتحمل الجفاف.

توزيع الأسئلة حسب بلوم

- التذكر: 10 أسئلة
- الفهم: 10 أسئلة
- التطبيق: 10 أسئلة
- التحليل: 10 أسئلة
- التقييم: 5 أسئلة
- الإبداع: 5 أسئلة

هذا النموذج مناسب جداً للامتحان الجامعي المثالي لأنه ينتقل تدريجياً من الحفظ إلى التفكير التحليلي والابتكاري.

المحاضرة الثانية عشرة

العلاقات والتداخلات بين الهرمونات النباتيةHormonal Crosstalk

أولا: أهداف التعلم

LO1: يعرّف مفهوم التداخل الهرموني Hormonal Crosstalk في النبات.

LO2: يوضح العلاقات المتبادلة بين الهرمونات النباتية المختلفة.

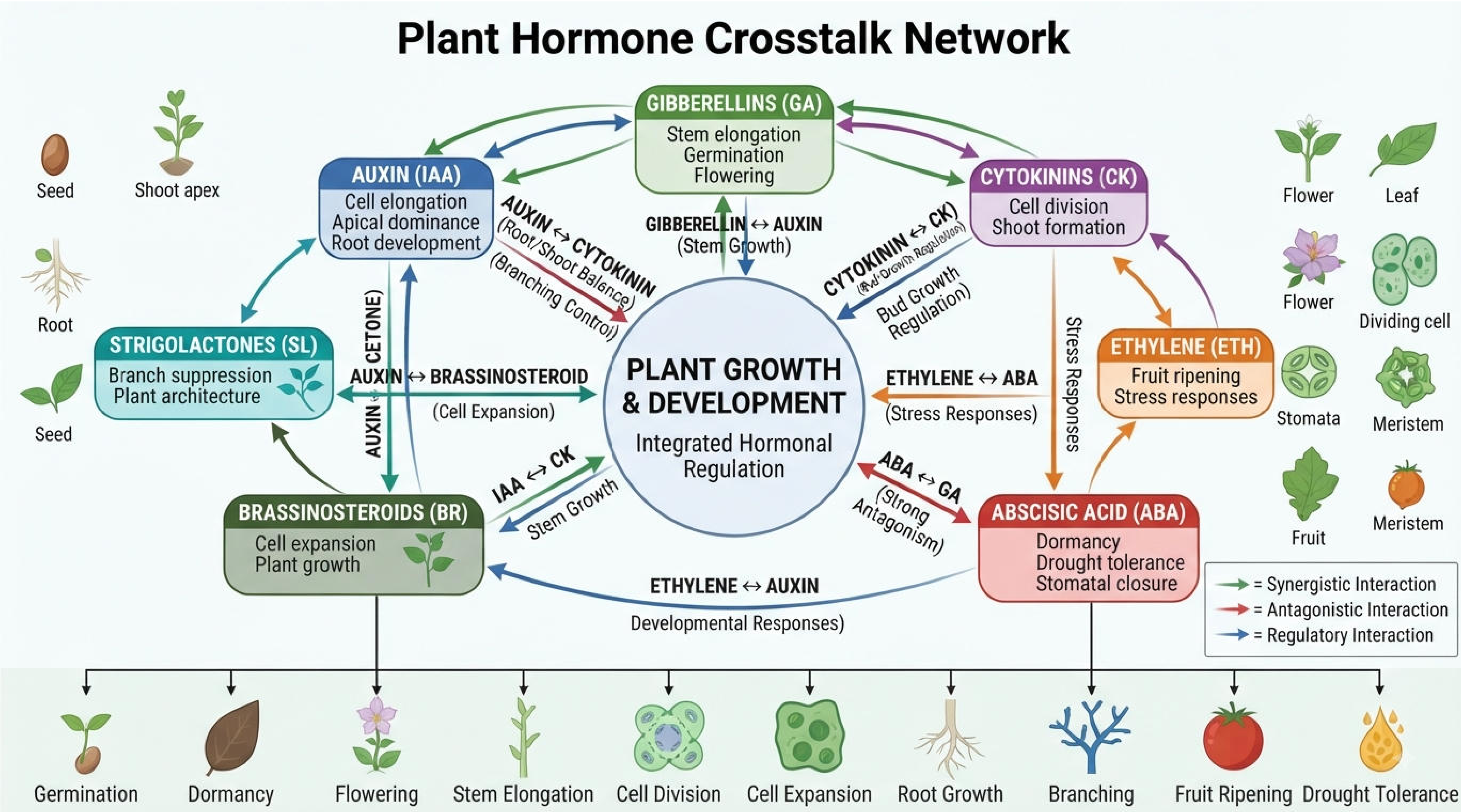
LO3: يفسر كيفية تكامل الهرمونات في تنظيم النمو والتطور والاستجابة البيئية.

ثانياً: مخرجات التعلم

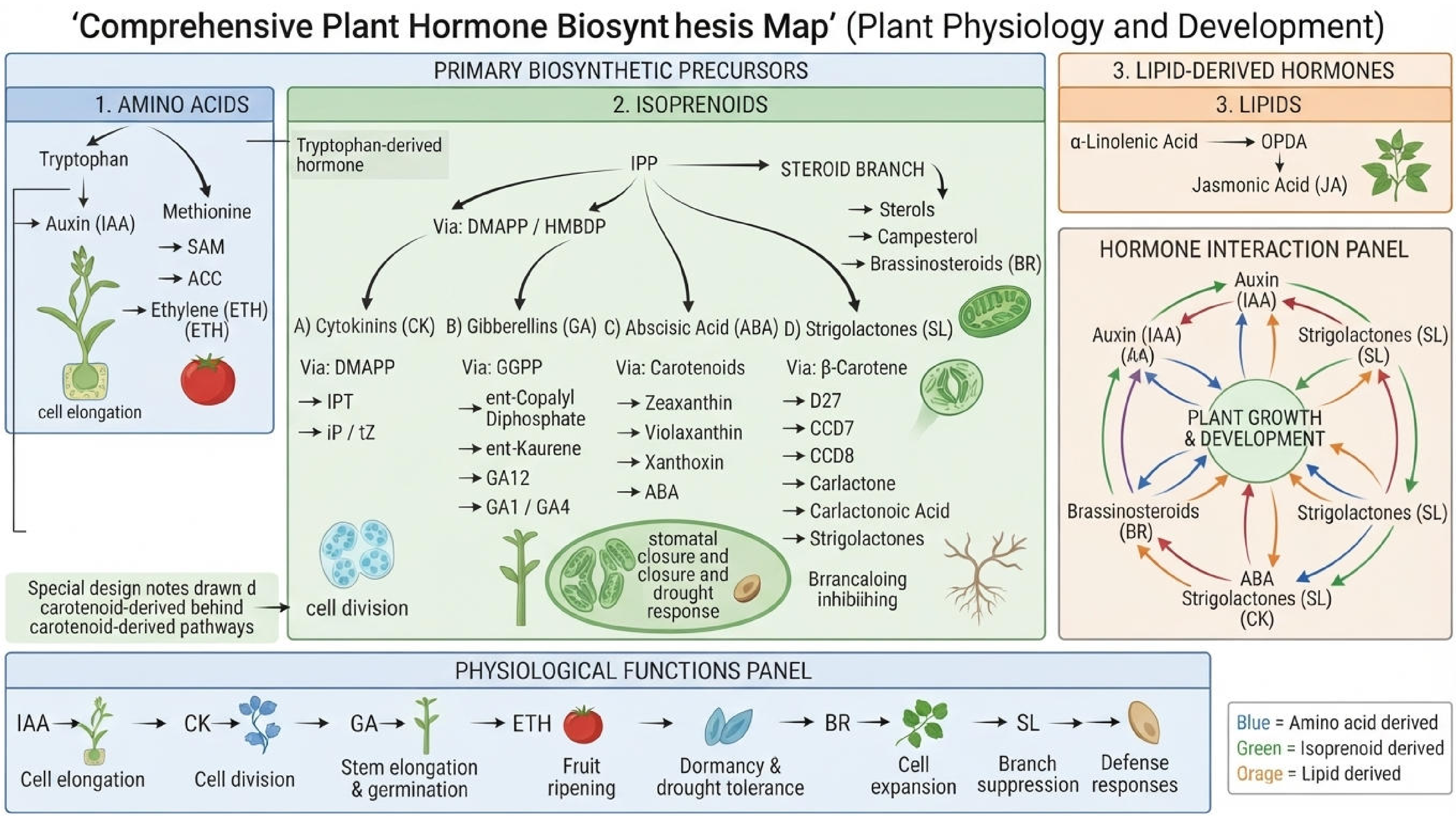
K1: شرح مفهوم التداخل الهرموني وأهم العلاقات بين الهرمونات النباتية.

I1: تحليل تأثير العلاقات الهرمونية المتبادلة على النمو والتطور النباتي.

P1: تطبيق معرفة التفاعلات الهرمونية في تفسير الظواهر الفسيولوجية والزراعية.



Plant Hormone Crosstalk Network
GIBBERELLINS (GA)
Stem elongation
Germination
Flowering
AUXIN (IAA)
Cell elongation
Apical dominance
Root development
CYTOKININS (CK)
Cell division
Shoot formation
STRIGOLACTONES (SL)
Branch suppression
Plant architecture
ETHYLENE (ETH)
Fruit ripening
Stress responses
BRASSINOSTEROIDS (BR)
Cell expansion
Plant growth
ABSCISIC ACID (ABA)
Dormancy
Drought tolerance
Stomatal closure
PLANT GROWTH & DEVELOPMENT
Integrated Hormonal Regulation
AUXIN ↔ CYTOKININ
(Root/Shoot Balance)
(Branching Control)
GIBBERELLIN ↔ AUXIN
(Stem Growth)
CYTOKININ ↔ CK)
Bud Growth Regulation)
AUXIN ↔ BRASSINOSTEROID
(Cell Expansion)
CETONE)
AUXIN
ETHYLENE ↔ ABA
(Stress Responses)
Stress Responses
IAA ↔ CK
Stem Growth
ABA ↔ GA
(Strong Antagonism)
ETHYLENE ↔ AUXIN
Developmental Responses)
Seed
Shoot apex
Root
Seed
Flower
Leaf
Flower
Dividing cell
Stomata
Meristem
Fruit
Meristem
= Synergistic Interaction
= Antagonistic Interaction
= Regulatory Interaction
Germination
Dormancy
Flowering
Stem Elongation
Cell Division
Cell Expansion
Root Growth
Branching
Fruit Ripening
Drought Tolerance


'Comprehensive Plant Hormone Biosynt hesis Map' (Plant Physiology and Development)
PRIMARY BIOSYNTHETIC PRECURSORS
1. AMINO ACIDS
Tryptophan
Auxin (IAA)
Methionine
→ SAM
→ ACC
→ Ethylene (ETH)
(ETH)
cell elongation
2. ISOPRENOIDS
Tryptophan-derived hormone
IPP
STEROID BRANCH
→ Sterols
→ Campesterol
→ Brassinosteroids (BR)
Via: DMAPP / HMBDP
A) Cytokinins (CK)
B) Gibberellins (GA)
C) Abscisic Acid (ABA)
D) Strigolactones (SL)
Via: DMAPP
→ IPT
→ iP / tZ
Via: GGPP
→ ent-Copalyl Diphosphate
→ ent-Kaurene
→ GA12
→ GA1 / GA4
Via: Carotenoids
→ Zeaxanthin
→ Violaxanthin
→ Xanthoxin
→ ABA
Via: β-Carotene
→ D27
→ CCD7
→ CCD8
→ Carlactone
→ Carlactonic Acid
→ Strigolactones
cell division
stomatal closure and closure and drought response
Brrancaloing inhibiihing
Special design notes drawn d carotenoid-derived behind carotenoid-derived pathways
3. LIPID-DERIVED HORMONES
3. LIPIDS
α-Linolenic Acid → OPDA
Jasmonic Acid (JA)
HORMONE INTERACTION PANEL
Auxin (IAA)
Auxin (IAA) (AA)
Strigolactones (SL) (SL)
PLANT GROWTH & DEVELOPMENT
Brassinosteroids (BR)
Strigolactones (SL)
ABA
Strigolactones (SL)
(CK)
PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS PANEL
IAA → Cell elongation
CK → Cell division
GA → Stem elongation & germination
ETH Fruit ripening
Dormancy & drought tolerance
BR → Cell expansion
SL → Branch suppression
Defense responses
Blue = Amino acid derived
Green = Isoprenoid derived
Orage = Lipid derived

ثالثاً: مقدمة

لا تعمل الهرمونات النباتية بصورة منفردة، وإنما تعمل ضمن شبكة متكاملة من الاشارات الفسيولوجية. وتعتمد الاستجابة النهائية للنبات غالباً على التوازن بين عدة هرمونات أكثر من اعتمادها على تأثير هرمون واحد فقط.

ويعرف هذا التكامل باسم: **Hormonal Crosstalk** أو **التداخل الهرموني**

وهو أحد المفاهيم الاساسية لفهم النمو والتطور النباتي.

رابعاً: المحتوى العلمي

س: ما المقصود بالتداخل الهرموني؟

ج: هو التفاعل بين هرمونين أو أكثر داخل النبات لتنظيم استجابة فسيولوجية أو تطورية معينة.

س: لماذا يعد التداخل الهرموني مهماً؟

ج: لأنه يسمح للنبات بـ:

- تنسيق النمو.
- تنظيم تكوين الاعضاء.
- الاستجابة للبيئة.
- التحكم في مراحل التطور المختلفة.

س: هل يمكن أن تكون العلاقة بين الهرمونات تعاونية؟

ج: نعم.

فقد تعمل بعض الهرمونات معاً لتعزيز الاستجابة نفسها.

س: هل يمكن أن تكون العلاقة تضادية؟

ج: نعم.

قد يعمل أحد الهرمونات على تعزيز عملية معينة بينما يعمل هرمون آخر على تثبيطها.

س: ما العلاقة بين الاوكسين والسيتوكينين؟

ج: تعد من أشهر العلاقات الهرمونية في النبات.

حيث يؤثر التوازن بينهما في:

- تكوين الجذور.
- تكوين الافرع.
- تكوين الاعضاء الجديدة.

س: ماذا يحدث عند زيادة الاوكسين مقارنة بالسيتوكينين؟

ج: يزداد تكوين الجذور.

س: ماذا يحدث عند زيادة السيتوكينين مقارنة بالاوكسين؟

ج: يزداد تكوين الافرع والبراعم.

س: ماذا يحدث عند توازن الاوكسين والسيتوكينين؟

ج: يتكون الكالس Callus دون تمايز واضح إلى جذور أو أفرع.

س: ما العلاقة بين ABA والجبريللينات؟

ج: تمثل العلاقة بينهما أحد أهم أمثلة التداخل الهرموني التضادي.

س: كيف يؤثر ABA في الانبات؟

ج: يحافظ على السكون ويمنع الانبات المبكر.

س: كيف تؤثر الجبريللينات في الانبات؟

ج: تحفز نمو الجنين وتنشط عمليات الانبات.

س: لماذا تعد نسبة ABA إلى GA مهمة؟

ج: لان مصير البذرة يعتمد على التوازن بين السكون والانبات.

س: ما العلاقة بين الاوكسين والستريجولاكتونات؟

ج: يتعاون الهرمونان في تنظيم نمو البراعم الجانبية والتفرع النباتي.

س: كيف تؤثر الستريجولاكتونات في التفرع؟

ج: تحد من نمو البراعم الجانبية وتقلل التفرعات الزائدة.

س: ما العلاقة بين الاوكسين والسيادة القمية؟

ج: يساعد الاوكسين المنتج من القمة النامية على تثبيط نمو بعض البراعم الجانبية.

س: ما العلاقة بين الايثيلين والاوكسين؟

ج: يوجد تفاعل متبادل بين الهرمونين يؤثر في عدد من العمليات التطورية واستجابات النمو.

س: ما العلاقة بين الايثيلين وABA؟

ج: يتفاعلان معاً في تنظيم بعض استجابات الاجهاد البيئي.

س: ما العلاقة بين البراسينوستيرويدات والاوكسين؟

ج: غالباً ما يعمل الهرمونان بصورة تكاملية لتعزيز نمو الخلايا واستطالتها.

س: ما العلاقة بين البراسينوستيرويدات والجبريللينات؟

ج: يسهم كلاهما في تنظيم النمو النباتي واستطالة الاعضاء الخضرية.

س: هل تؤثر البيئة في العلاقات الهرمونية؟

ج: نعم.

فالضوء والحرارة والجفاف والعوامل البيئية الاخرى تؤثر في مستويات الهرمونات والعلاقات بينها.

س: هل تعتمد استجابة النبات على هرمون واحد؟

ج: لا

غالباً ما تكون الاستجابة النهائية نتيجة تكامل عدة هرمونات تعمل معاً أو ضد بعضها.

س: لماذا يعد فهم التداخل الهرموني مهماً في الزراعة؟

ج: لأنه يساعد في:

- تحسين الانبات.
- تنظيم الازهار.
- زيادة الانتاج.
- تفسير استجابة النباتات للظروف البيئية المختلفة.

خامساً: أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالتداخل الهرموني؟

الاجابة :التفاعل بين هرمونين أو أكثر لتنظيم استجابة نباتية معينة.

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :تعريف المفاهيم العلمية.

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

س2: لماذا يعد التداخل الهرموني مهماً؟

الاجابة :لأنه ينسق عمليات النمو والتطور والاستجابات البيئية.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الاهمية الفسيولوجية.

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

س3: ما العلاقة بين الاوكسين والسيتوكينين؟

الاجابة :يؤثر التوازن بينهما في تكوين الجذور والافرع وتكوين الاعضاء.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير العلاقات الهرمونية.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س4: ماذا يحدث عند زيادة الاوكسين؟

الاجابة :يزداد تكوين الجذور.

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :استدعاء المعرفة.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

س5: ماذا يحدث عند زيادة السيتوكينين؟

الاجابة :يزداد تكوين البراعم والافرع.

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :استرجاع المعلومات.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

س6: ما العلاقة بين ABA والجبريللينات؟

الاجابة :علاقة تضادية بين السكون والانبات.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :المقارنة بين الهرمونات.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س7: كيف تؤثر الستريجولاكتونات في التفرع؟

الاجابة :تثبط نمو البراعم الجانبية وتقلل التفرعات.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الوظائف الفسيولوجية.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س8: ما العلاقة بين البراسينوستيرويدات والاوكسين؟

الاجابة :يعملان معاً في تعزيز نمو الخلايا واستطالتها.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س9: هل تعتمد استجابة النبات على هرمون واحد؟

الاجابة :لا، بل على شبكة متكاملة من الهرمونات.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التكامل الفسيولوجي.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

س10: فسر أهمية دراسة التداخل الهرموني في الزراعة.

الاجابة :تساعد في تحسين الانتاج وتفسير استجابة النباتات وإدارة النمو.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات الزراعية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

سادساً: أسئلة الاختيار من متعددMCQ

.1التداخل الهرموني هو:

أ. عمل هرمون واحد فقط
ب. تفاعل عدة هرمونات ✅
ج. توقف النمو
د. عملية إنبات

مستوى بلوم :التذكر
المهارة المقاسة :معرفة المفاهيم.
هدف التعلمLO1 :
مخرج التعلمK1 :

.2زيادة الاوكسين مقارنة بالسيتوكينين تؤدي إلى:

أ. تكوين الجذور ✅
ب. تكوين الافرع
ج. الازهار
د. السكون

مستوى بلوم :الفهم
المهارة المقاسة :ربط السبب بالنتيجة.
هدف التعلمLO2 :
مخرج التعلمI1 :

.3زيادة السيتوكينين تؤدي إلى:

أ. زيادة السكون
ب. زيادة البراعم ✅
ج. غلق الثغور
د. نضج الثمار

مستوى بلوم :الفهم
المهارة المقاسة :تفسير الوظائف.
هدف التعلمLO2 :
مخرج التعلمI1 :

.4العلاقة بين ABA و GAهي:

أ. تكاملية فقط
ب. تضادية ✅
ج. غير موجودة
د. مرتبطة بالبناء الضوئي فقط

مستوى بلوم :التحليل
المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية.
هدف التعلمLO2 :
مخرج التعلمI1 :

.5الهرمون الاكثر ارتباطاً بالسكون:

أ. GA
ب. ✅ ABA
ج. CK
د. BR

مستوى بلوم :التذكر
المهارة المقاسة :معرفة الوظائف.
هدف التعلمLO2 :
مخرج التعلمK1 :

.6الستريجولاكتونات تعمل على:

أ. زيادة التفرع
ب. تقليل التفرع ✅
ج. زيادة الانبات
د. زيادة النتح

مستوى بلوم :الفهم
المهارة المقاسة :تفسير الوظائف.
هدف التعلمLO2 :
مخرج التعلمI1 :

.7يتعاون الاوكسين والبراسينوستيرويدات في:

أ. غلق الثغور
ب. استطالة الخلايا ✅
ج. السكون
د. الانبات فقط

مستوى بلوم :التحليل
المهارة المقاسة :تحليل التداخلات الهرمونية.
هدف التعلمLO2 :
مخرج التعلمI1 :

.8تعتمد الاستجابة النهائية للنبات على:

أ. هرمون واحد فقط
ب. شبكة من الهرمونات ✅
ج. درجة الحرارة فقط
د. الضوء فقط

مستوى بلوم :التطبيقApplying
المهارة المقاسة :تطبيق المفاهيم الفسيولوجية.
هدف التعلمLO3 :
مخرج التعلمP1 :

.9يؤثر الضوء والحرارة في:

أ. العلاقات الهرمونية ✅
ب. تركيب الجدار فقط
ج. لون الجذور فقط
د. تكوين البذور فقط

مستوى بلوم :الفهم
المهارة المقاسة :تفسير تأثير البيئة.
هدف التعلمLO3 :
مخرج التعلمI1 :

.10فهم التداخل الهرموني يساعد في:

أ. تحسين إدارة المحاصيل ✅
ب. إيقاف النمو
ج. تقليل الانبات دائماً
د. منع الازهار

مستوى بلوم :التحليل
المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات الزراعية.
هدف التعلمLO3 :
مخرج التعلمP1 :

سابعاً: أسئلة الصح أو الخطأ

السؤال	الاجابة	مستوى بلوم	المهارة المقاسة	هدف التعلم	مخرج التعلم
تعمل الهرمونات النباتية دائماً بصورة منفردة.	✗	الفهم	التمييز بين المفاهيم	LO1	K1
يؤثر التوازن بين الاوكسين والسيتوكينين في تكوين الاعضاء.	✓	الفهم	تفسير العلاقات الهرمونية	LO2	I1
ABAو GAلهما تأثيران متعاكسان في الانبات.	✓	التحليل	المقارنة	LO2	I1
تساعد الستريجولاكتونات على تقليل التفرعات الجانبية.	✓	الفهم	تفسير الوظائف	LO2	I1
يعمل الاوكسين والبراسينوستيرويدات معاً في استطالة الخلايا.	✓	التحليل	تحليل العلاقات الهرمونية	LO2	I1
لا تؤثر البيئة في العلاقات الهرمونية.	✗	الفهم	تفسير تأثير البيئة	LO3	I1
تعتمد الاستجابة النباتية على أكثر من هرمون في كثير من الحالات.	✓	الفهم	تفسير التكامل الفسيولوجي	LO3	I1
زيادة السيتوكينين تشجع تكوين البراعم.	✓	التذكر	استرجاع المعلومات	LO2	K1
زيادة الاوكسين تشجع تكوين الجذور.	✓	التذكر	استرجاع المعلومات	LO2	K1
يعد التداخل الهرموني أساساً لفهم النمو والتطور النباتي.	✓	التحليل	تقييم الاهمية العلمية	LO3	I1

التوزيع النهائي لمستويات بلوم في المحاضرة الثانية عشرة

مستوى بلوم	عدد الاسئلة
Rememberingالتذكر	8
Understandingالفهم	14
Applyingالتطبيق	1
Analyzingالتحليل	7
Evaluatingالتقييم	0
Creatingالابداع	0

المحاضرة ...:

هدم الهرمونات النباتية

Phytohormone Catabolism and Inactivation

أولاً: أهداف التعلم

LO1 :يعرّف مفهوم هدم الهرمونات النباتية (Hormone Catabolism) ودوره في المحافظة على الاتزان الهرموني في النبات.

LO2 :يوضح الآليات الرئيسية لهدم وتعطيل الهرمونات النباتية المختلفة مثل الأوكسين والجبريلين والسيتوكينين و.ABA

LO3 :يفسر دور عمليات الأكسدة والاقتران والتخزين والتنظيم الارتجاعي في التحكم في مستويات الهرمونات النباتية.

LO4 **:**قارن بين مسارات هدم الهرمونات النباتية المختلفة من حيث الآلية والوظيفة الفسيولوجية**.**

LO5 :يربط بين هدم الهرمونات النباتية واستجابات النبات للنمو والتطور والإجهادات البيئية.

ثانياً: مخرجات التعلم

K1: شرح مفهوم الاتزان الهرموني وأهمية هدم الهرمونات النباتية في تنظيم النمو والتطور**.**

K2: وصف الإنزيمات والمسارات المساهمة في تعطيل الهرمونات النباتية المختلفة**.**

I1: تحليل الفروق بين آليات هدم الأوكسين والجبريلين والسيتوكينين و ABAوالهرمونات الأخرى**.**

I2: تفسير العلاقة بين هدم الهرمونات والمحافظة على الاتزان الهرموني في الظروف الطبيعية وظروف الإجهاد**.**

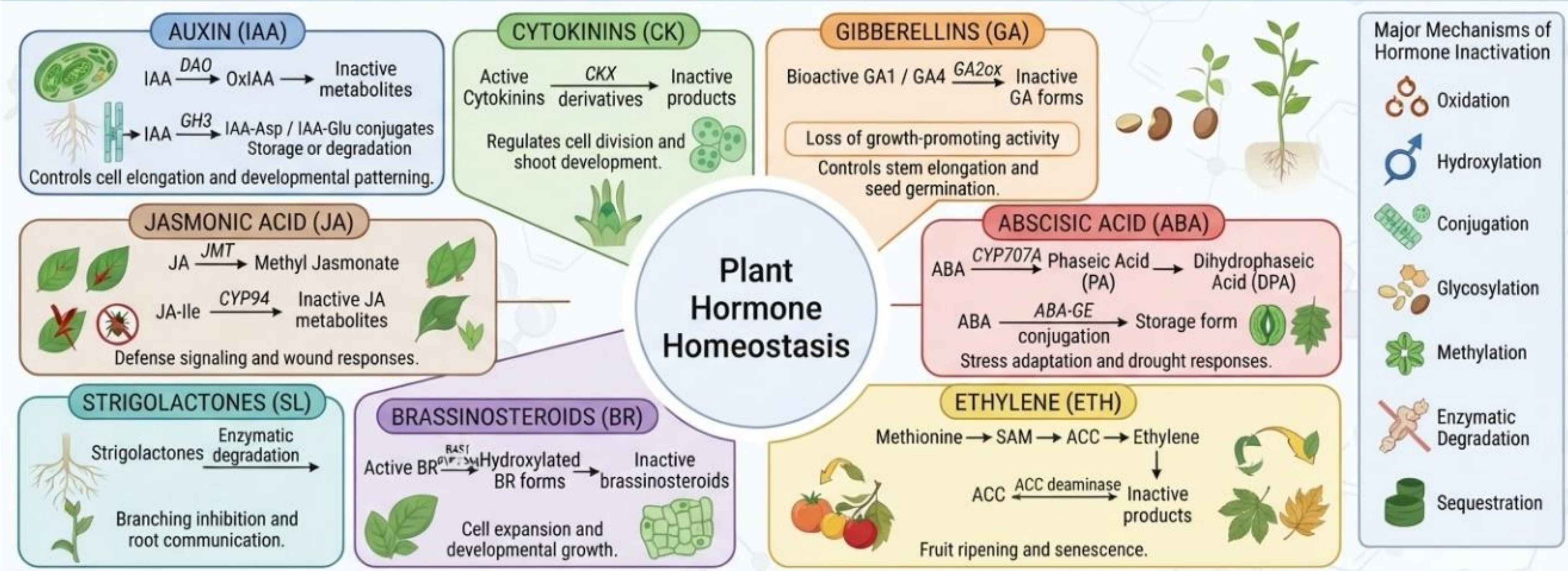
P1: تطبيق المعرفة بمسارات هدم الهرمونات النباتية في تفسير الظواهر الفسيولوجية والاستجابات البيئية للنبات.

P2: توظيف المعلومات الخاصة بهدم الهرمونات في تحليل المشكلات الزراعية المرتبطة بالنمو والإنتاجية وتحمل الإجهاد**.**

ربط الأسئلة بالمخرجات

- **K1, K2 → أسئلة التذكر والفهم.(1-10)**
- **I1, I2 → أسئلة التطبيق والتحليل.(11-20)**
- **P1, P2 → أسئلة التقييم والإبداع.(21-30)**

Plant Hormone Catabolism and Inactivation Pathways



Summary Panel

Hormone		Major Catabolic Enzyme		Inactive Product	Main Biological Effect				
IAA	→	DAO/GH3	→	OxiAA & conjugates	ETH	→	ACC deaminase	→	Inactive metabolites
CK	→	CKX	→	Adenine derivatives	BR	→	BAS1/CYP734A	→	Hydroxylated BRs
GA	→	GA2ox	→	Inactive GAs	SL		D14-associated degradation	→	Inactive SLs
ABA	→	CYP707A	→	PA/DPA	JA		CYP94/JMT	→	Oxidized JA forms
ETH	→	ACC deaminase	→						

Homeostasis = Balance between Biosynthesis, Transport, Signaling and Catabolism

مقدمة

لا يعتمد تركيز الهرمونات النباتية على التخليق الحيوي فقط، بل يتحكم فيه أيضًا:

1. التخليق الحيوي.Biosynthesis
2. النقل.Transport
3. التخزين.Sequestration
4. الاقتران.Conjugation
5. الهدم أو التحلل.Catabolism

ويؤكد الكتاب أن **الاتزان الهرموني Homeostasis** هو نتيجة التوازن بين هذه العمليات جميعًا.

أولاً: هدم الأوكسين(Auxin, IAA)

أهمية هدم الأوكسين

- منع تراكم الأوكسين بمستويات سامة.
- المحافظة على النمو الطبيعي.
- تنظيم الاستجابات التطورية والبيئية.

آليات هدم الأوكسين

1-الأكسدةOxidation

- تتم بواسطة إنزيم:

DAO (Dioxygenase for Auxin Oxidation)

- يحول IAA إلى مركبات غير نشطة.

✅تعتبر عملية غير عكسية.

2-الاقترانConjugation

يرتبط الأوكسين مع:

- الأحماض الأمينية.
- السكريات.

- الببتيدات.
- الجليكوبروتينات.

بواسطة إنزيمات: **GH3 family**

أمثلة

- IAA-Asp
- IAA-Glu

ثم يمكن أكسدتها لاحقًا والتخلص منها.

3-التخزين المؤقت

قد يتحول الأوكسين إلى:

- IBA
- Methyl-IAA

ويُخزن في:

- الشبكة الإندوبلازمية.ER
- الفجوات العصارية.Vacuoles

ثم يعاد تنشيطه عند الحاجة.

ملخص الأوكسين

Oxidation (DAO) → Inactive FormsأوIAA → Conjugation (GH3) → Storage

---

ثانياً: هدم الجبريللينات(Gibberellins, GA)

أهمية هدم الجبريللين

الجبريللين مسؤول عن:

- استطالة الساق.
- الإنبات.

- الإزهار.

لذلك يجب ضبط مستواه بدقة.

الآلية الرئيسية

الأكسدة

بواسطة:

GA2-oxidases (GA2ox)

تُحوِّل الجبريلينات النشطة إلى صور غير نشطة.

آليات أخرى

- Methylation
- Sugar conjugation

التنظيم الارجاعي

عند ارتفاع:GA

- يقل التصنيع الحيوي.
- يزداد الهدم.

Feedback Regulation

ملخص الجبريلين

GA → GA2ox → Inactive GA

ثالثاً: هدم السيتوكينين(Cytokinin)

أهمية الهدم

السيتوكينين ينشط:

- انقسام الخلايا.
- نمو البراعم.

والزيادة الزائدة تؤدي إلى اضطرابات نمو.

الآلية الرئيسية

(CKX) **Cytokinin Oxidase/Dehydrogenase**

يقوم بتكسير السيتوكينين بصورة غير عكسية.

الاقتران بالسكريات

Glycosylation

وينتج: Cytokinin glycosides

أشكال غير نشطة أو مخزنة.

ملخص السيتوكينين

CK → CKX → Breakdown

CK → Glycosylation → Storage/Inactivation

رابعاً: الإيثيلين(Ethylene)

ملاحظة مهمة من الكتاب

الإيثيلين هرمون غازي.

لذلك لا يحتاج غالبًا إلى مسار هدم معقد مثل باقي الهرمونات.

كيف يتخلص النبات من تأثيره؟

1-الانتشار Diffusion

- ينتشر سريعًا خارج الأنسجة.

2-تحويلACC

قبل تكوين الإيثيلين يمكن تحويل: ACC

إلى: N-malonyl ACC

وهو شكل أقل نشاطًا.

ملخص الإيثيلين

ACC → Ethylene أو ACC → Malonyl-ACC

خامساً: هدم حمض الأبسيسيك(ABA)

أهمية هدمABA

ABAمسؤول عن:

- غلق الثغور.
- تحمل الجفاف.
- سكون البذور.

ويجب التخلص منه بسرعة عند انتهاء الإجهاد.

الآلية الرئيسية

ABA 8′-Hydroxylase

يقوم بأكسدة.ABA

وينتج مركبات غير فعالة.

الاقتران

يرتبط ABA مع السكريات.

ABA-glucose ester

مميزات الاقتران

- عملية عكسية.
- تسمح بالتخزين المؤقت.
- يمكن تحرير ABA مرة أخرى.

ملخصABA

ABA → ABA 8′ hydroxylation → Inactive

ABA → Conjugation → Storage

سادساً: هدم البراسينوستيرويدات(BR)

الآليات المذكورة بالكتاب

يتم تعطيل BR بواسطة:

1- Epimerization

تغيير الوضع الفراغي للجزيء.

2- Oxidation

الأكسدة.

3- Hydroxylation

إضافة مجموعات هيدروكسيل.

4- Sulfonation

إضافة مجموعة سلفات.

5- Conjugation

الارتباط بالسكريات أو الدهون.

ملخصBR

BR → Oxidation / Hydroxylation / Sulfonation / Conjugation → Inactive

---

سابعاً: الستريجولاكتونات(SL)

ملاحظة

يذكر الكتاب أن:

- مسارات تخليقها معروفة جيدًا.
- أما مسارات الهدم فما زالت أقل وضوحًا مقارنة بباقي الهرمونات.

الآليات المتوقعة

- التحلل الإنزيمي.
- الأكسدة.
- التحويل إلى صور غير نشطة.

للمحافظة على الاتزان الهرموني.

مقارنة شاملة

الهرمون	آلية الهدم الأساسية
IAA	Oxidation + GH3 Conjugation
GA	GA2-oxidase
CK	CKX + Glycosylation
Ethylene	Diffusion + ACC conjugation
ABA	ABA 8′-Hydroxylase + Conjugation
BR	Oxidation, Hydroxylation, Sulfonation, Conjugation
SL	آليات أقل وضوحًا، تتضمن الأكسدة والتحلل

أهمية هدم الهرمونات النباتية

1. المحافظة على الاتزان الهرموني.
2. منع تراكم الهرمونات بمستويات ضارة.
3. إنهاء الاستجابة الفسيولوجية عند انتهاء المؤثر.
4. السماح للنبات بالاستجابة السريعة للظروف البيئية.
5. تنظيم النمو والتطور بصورة دقيقة.

الخلاصة

يعتمد الاتزان الهرموني في النبات على التوازن بين **التخليق الحيوي، والنقل والتخزين والهدم** .وتتم إزالة الهرمونات النباتية بآليات متعددة أهمها **الأكسدة، والاقتران بالسكريات أو الأحماض الأمينية، والتخزين في العضيات الخلوية، والتنظيم الارتجاعي**، مما يضمن بقاء تركيزات الهرمونات ضمن الحدود المناسبة للنمو والتطور والاستجابة للبيئة.

فيما يلي **30سؤالاً متنوعاً تغطي جميع مستويات بلوم المعرفية** (Remember, Understand, Apply, Analyze, Evaluate, Create)، مع **الإجابة النموذجية، ومستوى بلوم، والهدف التعليمي، ومخرج التعلم (ILO)** بنفس الأسلوب الأكاديمي المستخدم في المقرر.

أسئلة مستوى التذكر Remembering

س1 ما المقصود بالاتزان الهرموني (Hormone Homeostasis) ؟

الإجابة : هو المحافظة على المستوى المناسب للهرمون من خلال التوازن بين التخليق الحيوي والنقل والتخزين والهدم والتعطيل.

مستوى بلوم : Remember

الهدف : تعريف مفهوم الاتزان الهرموني.

مخرج التعلم : يعرّف مفهوم الاتزان الهرموني في النبات.

س2 اذكر الإنزيم المسؤول عن أكسدة الأوكسين.

الإجابة : DAO (Dioxygenase for Auxin Oxidation).

مستوى بلوم : Remember

الهدف : تذكر الإنزيمات المسؤولة عن هدم الهرمونات.

مخرج التعلم : يتعرف على إنزيمات هدم الأوكسين.

س3 ما عائلة الإنزيمات المسؤولة عن اقتران الأوكسين مع الأحماض الأمينية؟

الإجابة : GH3 Family.

مستوى بلوم : Remember

الهدف : التعرف على مسارات تعطيل الأوكسين.

مخرج التعلم : يذكر آليات تعطيل الأوكسين.

س4 ما الإنزيم المسؤول عن تعطيل الجبريلينات النشطة؟

الإجابة : GA2-Oxidase (GA2ox).

مستوى بلوم : Remember

الهدف : معرفة إنزيم هدم الجبريلين.

مخرج التعلم : يحدد آلية هدم الجبريلين.

س5 ما الإنزيم المسؤول عن تكسير السيتوكينين؟

الإجابة: Cytokinin Oxidase/Dehydrogenase (CKX).

مستوى بلوم: Remember

الهدف :تذكر إنزيمات هدم السيتوكينين.

مخرج التعلم :يحدد المسار الرئيسي لتعطيل السيتوكينين.

أسئلة مستوى الفهم Understanding

س6 فسر أهمية هدم الأوكسين في النبات.

الإجابة :لمنع تراكم الأوكسين بمستويات مرتفعة قد تؤدي إلى اضطراب النمو والحفاظ على التوازن الهرموني.

مستوى بلوم: Understand

الهدف :تفسير دور الهدم الهرموني.

مخرج التعلم :يشرح أهمية هدم الأوكسين.

س7 لماذا يعتبر هدم ABA ضرورياً بعد انتهاء الجفاف؟

الإجابة :لإعادة فتح الثغور واستئناف النمو الطبيعي والتبادل الغازي.

مستوى بلوم: Understand

الهدف :ربط هدم الهرمون بالاستجابة البيئية.

مخرج التعلم :يفسر أهمية إزالة ABA بعد زوال الإجهاد.

س8 اشرح كيف يسهم الاقتران (Conjugation) في الاتزان الهرموني.

الإجابة :يحول الهرمون إلى صورة غير نشطة أو مخزنة يمكن استخدامها لاحقاً عند الحاجة.

مستوى بلوم: Understand

الهدف :فهم آليات تنظيم تركيز الهرمونات.

مخرج التعلم :يوضح دور الاقتران في الاتزان الهرموني.

س9 لماذا يعد Ethylene مختلفاً عن معظم الهرمونات النباتية في طريقة التخلص منه؟

الإجابة :لأنه هرمون غازي ينتشر خارج الأنسجة بسهولة ولا يحتاج إلى مسارات هدم معقدة.

مستوى بلوم: Understand

الهدف :تمييز خصائص الإيثيلين.

مخرج التعلم :يشرح خصوصية الإيثيلين مقارنة بالهرمونات الأخرى.

س10 فسر العلاقة بين التخزين والهدم في تنظيم الهرمونات.

الإجابة :التخزين يحافظ على الهرمون بصورة غير نشطة مؤقتاً بينما الهدم يزيله نهائياً.

مستوى بلوم Understand **:**

الهدف :المقارنة بين آليات التنظيم المختلفة.

مخرج التعلم :يميز بين التخزين والهدم.

أسئلة مستوى التطبيقApplying

س11 إذا لوحظ ارتفاع كبير في تركيز الأوكسين داخل الخلية، فما المسار المتوقع تنشيطه؟

الإجابة :الأكسدة بواسطة DAO أو الاقتران بواسطة.GH3

مستوى بلوم Apply **:**

الهدف :تطبيق المعرفة على موقف افتراضي.

مخرج التعلم :يتنبأ باستجابة النبات لزيادة.IAA

س12 إذا حدث طفرة أدت إلى فقدان نشاطGA2ox ، ماذا تتوقع أن يحدث للنبات؟

الإجابة :يزداد تركيز GA النشط مما يؤدي إلى زيادة استطالة الساق.

مستوى بلوم Apply **:**

الهدف :تطبيق مفهوم هدم الجبريلين.

مخرج التعلم :يتوقع نتائج تعطيل هدم.GA

س13 كيف يستفيد النبات من اقتران ABA بالسكريات أثناء الظروف الطبيعية؟

الإجابة :يخزن ABA في صورة غير نشطة ثم يعيد تنشيطه عند الحاجة.

مستوى بلوم Apply **:**

الهدف :توظيف المفاهيم في المواقف الفسيولوجية.

مخرج التعلم :يطبق مفهوم التخزين الهرموني.

س14 إذا زادت رطوبة الجو فجأة بعد فترة جفاف، أي هرمون يجب أن يقل تركيزه؟

الإجابة :حمض الأبسيسيك.ABA

مستوى بلوم Apply **:**

الهدف :ربط التغيرات البيئية بالهرمونات.

مخرج التعلم :يستنتج التغيرات الهرمونية الناتجة عن البيئة.

س15 اقترح مسار التعطيل المتوقع لتنظيم زيادة مفرطة في السيتوكينين.

الإجابة :زيادة نشاط CKX أو زيادة.Glycosylation

مستوى بلوم Apply :

الهدف :تطبيق معلومات تنظيم السيتوكينين.

مخرج التعلم :يستخدم المعرفة في تفسير الظواهر الفسيولوجية.

أسئلة مستوى التحليلAnalyzing

س16 قارن بين هدم الأوكسين وهدم الجبريلين.

الإجابة:

- الأوكسين: أكسدة + اقتران + تخزين.
- الجبريلين: أكسدة بواسطة GA2ox أساساً مع اقتران ومثيلة.

مستوى بلوم Analyze :

الهدف :تحليل مسارات هدم الهرمونات.

مخرج التعلم :يقارن بين آليات تعطيل الهرمونات.

س17 حلل لماذا تعتمد الهرمونات المختلفة على آليات هدم متعددة.

الإجابة :لضمان التحكم الدقيق والسريع في تركيز الهرمون تبعاً للظروف البيئية والتطورية.

مستوى بلوم Analyze :

الهدف :تحليل أسباب تعدد المسارات.

مخرج التعلم :يربط بين التنظيم الهرموني ومتطلبات النمو.

س18 حلل الفرق بين الأكسدة والاقتران كآليتين للتعطيل.

الإجابة :الأكسدة غالباً غير عكسية، بينما الاقتران قد يكون عكسياً ويسمح بالتخزين.

مستوى بلوم Analyze :

الهدف :تحليل كفاءة آليات الهدم.

مخرج التعلم :يميز بين التعطيل المؤقت والدائم.

س19 قارن بين ABA و Ethyleneمن حيث التخلص من تأثيرهما.

الإجابة:

- ABAيهدم بالأكسدة والاقتران.
- الإيثيلين ينتشر خارج الأنسجة أو يثبط تكوينه عند مستوى.ACC

مستوى بلوم Analyze :

الهدف :تحليل اختلاف استراتيجيات التنظيم.

مخرج التعلم :يقارن بين هرمونات مختلفة.

س20 فسر لماذا يعد التخزين في الفجوات العصارية وسيلة فعالة للتحكم في الأوكسين.

الإجابة :لأنه يعزل الهرمون عن موقع العمل مع إمكانية إعادة استخدامه لاحقاً.

مستوى بلوم Analyze :

الهدف :تحليل دور العضيات الخلوية في التنظيم.

مخرج التعلم :يفسر أهمية المقصورية الخلوية.

أسئلة مستوى التقييمEvaluating

س21 قيّم أيهما أكثر فاعلية في التعطيل طويل المدى: الأكسدة أم التخزين؟ ولماذا؟

الإجابة :الأكسدة لأنها تؤدي غالباً إلى فقدان النشاط بشكل دائم.

مستوى بلوم Evaluate :

الهدف :تقييم كفاءة مسارات الهدم.

مخرج التعلم :يصدر حكماً علمياً مبنياً على الأدلة.

س22 هل يعد الاقتران وسيلة أفضل من الهدم الكامل؟ وضّح رأيك.

الإجابة :في كثير من الحالات نعم، لأنه يسمح بإعادة استخدام الهرمون بسرعة.

مستوى بلوم Evaluate :

الهدف :تقييم مزايا المسارات المختلفة.

مخرج التعلم :يقيّم الحلول الفسيولوجية المختلفة.

س23 قيّم أهمية Feedback Regulation في المحافظة على الاتزان الهرموني.

الإجابة :ضروري لمنع الإفراط في تراكم الهرمونات وضمان الاستجابة المناسبة.

مستوى بلوم Evaluate :

الهدف :تقييم دور التنظيم الارتجاعي.

مخرج التعلم :يقدّر أهمية.Feedback Control

س24 أي الهرمونات تتوقع أن يحتاج إلى أسرع آلية تعطيل أثناء الجفاف؟ ولماذا؟

الإجابة ABA **:**لأنه يرتفع بسرعة أثناء الإجهاد ويجب أن ينخفض سريعاً بعد زواله.

مستوى بلوم Evaluate :

الهدف :الحكم على أهمية سرعة الهدم.

مخرج التعلم :يربط الهدم بالتكيف البيئي.

س25 قيّم أهمية وجود أكثر من آلية لتعطيل الهرمون الواحد.

الإجابة :يوفر مرونة كبيرة للنبات في مواجهة الظروف المتغيرة.

مستوى بلوم Evaluate :

الهدف :تقدير أهمية الشبكات التنظيمية.

مخرج التعلم :يقيّم كفاءة آليات التنظيم الهرموني.

أسئلة مستوى الإبداع Creating

س26 صمم مخططاً يوضح مصير جزيء أوكسين منذ تصنيعه حتى هدمه.

الإجابة النموذجية:

IAA → نقل → تخزين/اقتران → DAO Oxidation → Inactive Product

مستوى بلوم Create :

الهدف :بناء مخطط مفاهيمي.

مخرج التعلم :ينظم المعلومات في صورة متكاملة.

س27 اقترح تجربة لإثبات دور GA2ox في هدم الجبريللين.

الإجابة :مقارنة نبات طبيعي وآخر فاقد لإنزيم GA2ox وقياس طول الساق وتركيز.GA

مستوى بلوم Create :

الهدف :تصميم تجربة علمية.

مخرج التعلم :يصمم تجارب لدراسة الهرمونات.

س28 أنشئ خريطة ذهنية تربط بين جميع آليات الهدم الهرموني.

الإجابة :تتضمن:

- Oxidation
- Conjugation
- Sequestration
- Feedback Regulation
- Diffusion

مستوى بلوم Create **:**

الهدف :دمج المفاهيم الرئيسية.

مخرج التعلم :يبني نموذجاً معرفياً شاملاً.

س29 اقترح استراتيجية وراثية لزيادة تحمل النبات للجفاف بالاستفادة من هدم ABA.

الإجابة :خفض التعبير الجيني لإنزيم ABA 8′-Hydroxylase لإبقاء ABA مرتفعاً فترة أطول.

مستوى بلوم Create **:**

الهدف :استخدام المعلومات في حل المشكلات.

مخرج التعلم :يوظف المعرفة الهرمونية في التطبيقات الزراعية.

س30 صمم سؤالاً بحثياً جديداً حول هدم الستريجولاكتونات.

الإجابة النموذجية :ما الإنزيمات المسؤولة عن التحلل النهائي للستريجولاكتونات في النباتات العليا؟

مستوى بلوم Create **:**

الهدف :تنمية التفكير البحثي.

مخرج التعلم :يطوّر أسئلة علمية قابلة للبحث.

التوزيع على مستويات بلوم

- Remember: 5 أسئلة
- Understand: 5 أسئلة
- Apply: 5 أسئلة
- Analyze: 5 أسئلة
- Evaluate: 5 أسئلة
- Create: 5 أسئلة

الإجمالي = 30 سؤالاً تغطي جميع مستويات بلوم وتغطي كامل محتوى محاضرة هدم الهرمونات النباتية.

المحاضرة الثانية عشرة

تطبيقات التداخل الهرموني في الزراعة

Hormonal Crosstalk Applications in Agriculture

أولا: أهداف التعلم

LO1: يعرّف مفهوم التداخل الهرموني وأهميته في تنظيم النمو والتطور النباتي.

LO2: يفسر العلاقات المتبادلة بين الهرمونات النباتية المختلفة.

LO3: يوظف مفاهيم التداخل الهرموني في تفسير التطبيقات الزراعية المختلفة.

ثانياً: مخرجات التعلم

K1: شرح مفهوم التداخل الهرموني والعلاقات بين الهرمونات النباتية.

I1: تحليل تأثير التفاعلات الهرمونية في النمو والتطور والانتاج النباتي.

P1: تطبيق المعرفة الهرمونية لحل المشكلات الزراعية وتحسين الانتاج.

المحتوى العلمي للمحاضرة

س: ما المقصود بالتداخل الهرموني؟

الإجابة:

التداخل الهرموني هو التفاعل بين هرمونين أو أكثر لإنتاج استجابة فسيولوجية أو نمائية معينة داخل النبات. ولا تعمل الهرمونات النباتية بصورة مستقلة، بل تؤثر في بعضها بعضاً مكونة شبكة تنظيمية متكاملة تتحكم في مختلف العمليات الحيوية.

مثال تطبيقي

عند تكوين الجذور في العقل النباتية لا يكون الأوكسين وحده مسؤولاً عن الاستجابة، بل تتدخل معه هرمونات أخرى لتحديد كفاءة التجذير وسرعة حدوثه.

س: لماذا يعد التداخل الهرموني مهماً؟

الإجابة:

لأن معظم العمليات الحيوية لا يتحكم فيها هرمون واحد فقط، وإنما تتحكم فيها شبكة متكاملة من الهرمونات تتفاعل معاً بصورة مستمرة لتوجيه النمو والتطور النباتي.

مثال تطبيقي

إنبات البذور لا يعتمد فقط على الجبريللينات، بل يتأثر أيضاً بمستويات حمض الأبسيسيكABA ، ولذلك تحدد العلاقة بينهما نجاح عملية الإنبات.

س: ما العلاقة بين الأوكسين والسيتوكينين في زراعة الأنسجة؟

الإجابة:

تعتمد طبيعة العضو المتكوّن في زراعة الأنسجة على النسبة بين الأوكسين والسيتوكينين داخل البيئة الغذائية.

مثال تطبيقي

عند إكثار النباتات معملياً يتم تعديل نسب الهرمونات للحصول على النتيجة المرغوبة سواء تكوين جذور أو أفرع أو نباتات كاملة.

أهمية زراعية

- الإكثار السريع للأصناف المتميزة.
- إنتاج شتلات خالية من الأمراض.
- الحفاظ على النباتات النادرة.

س: ماذا يحدث عند ارتفاع نسبة الأوكسين مقارنة بالسيتوكينين؟

الإجابة:

يؤدي ارتفاع نسبة الأوكسين إلى زيادة تكوين الجذور العرضية.

مثال تطبيقي

في مشاتل الفاكهة ونباتات الزينة تُستخدم معاملات هرمونية تشجع التجذير بهدف رفع نسبة نجاح إكثار العقل النباتية.

أهمية زراعية

- تحسين إنتاج الشتلات.
- زيادة نسبة نجاح الإكثار الخضري.
- تكوين مجموع جذري قوي.

س: ماذا يحدث عند ارتفاع نسبة السيتوكينين مقارنة بالأوكسين؟

الإجابة:

يؤدي ارتفاع نسبة السيتوكينين إلى زيادة تكوين الأفرع والبراعم الخضرية.

مثال تطبيقي

في زراعة الأنسجة يتم رفع مستوى السيتوكينين عند الرغبة في إنتاج عدد كبير من الأفرع من نفس الجزء النباتي.

أهمية زراعية

- زيادة عدد الأفرع الناتجة.
- تعزيز النمو الخضري.
- تحسين برامج الإكثار الدقيق.

س: ما العلاقة بين الجبريلينات و ABAأثناء الإنبات؟

الإجابة:

الجبريلينات تحفز الإنبات، في حين يعمل ABA على المحافظة على سكون البذور.

مثال تطبيقي

إذا كان الهدف هو الإسراع في الإنبات يتم تشجيع تأثير الجبريلينات، أما إذا كان المطلوب المحافظة على البذور أثناء التخزين فيكون تأثير ABA أكثر أهمية.

أهمية زراعية

- تنظيم مواعيد الإنبات.
- تحسين إدارة البذور.
- تقليل مشكلات الإنبات غير المرغوب فيه.

س: لماذا تعد نسبة ABA إلى الجبريلينات مهمة زراعياً؟

الإجابة:

لأنها تحدد قدرة البذور على البقاء في حالة سكون أو بدء الإنبات.

مثال تطبيقي

في المحاصيل التي تتطلب تخزيناً طويل الأمد للبذور تعتبر المحافظة على السكون أمراً مهماً حتى يحين موعد الزراعة.

أهمية زراعية

- التحكم في موعد ظهور البادرات.
- تحسين كفاءة استخدام البذور.
- تقليل الفقد أثناء التخزين.

س: ما العلاقة بين الأوكسين والستريجولاكتونات؟

الإجابة:

يتعاون الهرمونان في تنظيم نمو البراعم الجانبية والسيادة القمية.

مثال تطبيقي

في النباتات التي تتطلب نمواً رأسياً قوياً يسهم هذا التداخل في تقليل التفرعات الجانبية والحفاظ على النمو القمي.

أهمية زراعية

- تنظيم الشكل الخضري للنبات.
- التحكم في التفرع النباتي.
- تحسين توزيع الموارد داخل النبات.

س: كيف يمكن استغلال الإيثيلين في الزراعة؟

الإجابة:

يستخدم الإيثيلين في تنظيم وتسريع نضج الثمار بعد الحصاد.

مثال تطبيقي

يمكن توحيد درجة نضج الثمار قبل التسويق للحصول على جودة أكثر تجانساً.

أهمية زراعية

- تسهيل عمليات التسويق.
- تحسين جودة الثمار المعروضة.
- تقليل الفاقد بعد الحصاد.

س: ما دور ABA في تحسين تحمل الجفاف؟

الإجابة:

يحافظ ABA على الماء داخل النبات من خلال تنظيم غلق الثغور وتقليل فقد الماء.

مثال تطبيقي

عند تعرض النبات لنقص المياه يزداد تأثير هذا الهرمون للمساعدة في الحد من فقد الماء.

أهمية زراعية

- زيادة تحمل الجفاف.
- ترشيد استهلاك المياه.
- تحسين بقاء النباتات تحت ظروف الإجهاد.

س: كيف تؤثر البراسينوستيرويدات في الإنتاج النباتي؟

الإجابة:

تعمل على تعزيز النمو الخضري واستطالة الخلايا وتحسين كفاءة النمو.

مثال تطبيقي

زيادة النمو الخضري تؤدي إلى تكوين نباتات أكثر قوة وقدرة على الاستفادة من الموارد المتاحة.

أهمية زراعية

- تحسين النمو العام.
- رفع كفاءة الإنتاج.
- زيادة حيوية النبات.

س: فسر أهمية التداخل بين الهرمونات المختلفة في الزراعة الحديثة.

الإجابة:

يسمح التداخل الهرموني بالتحكم في الإنبات والتجذير والتفرع والإزهار ونضج الثمار وتحمل الظروف البيئية المختلفة.

مثال تطبيقي

زراعة الأنسجة تعتمد على التوازن بين الأوكسين والسيتوكينين، بينما تعتمد إدارة إنبات البذور على العلاقة بين ABAوالجبريللينات.

نتائج زراعية مهمة

- تحسين جودة المحاصيل.
- رفع الإنتاجية.
- زيادة القدرة على مواجهة الظروف البيئية.
- تحسين إدارة النمو النباتي.

تطبيقات زراعية متكاملة للتداخل الهرموني

س: كيف يستخدم التداخل الهرموني في زراعة الأنسجة؟

الإجابة:

يعتمد تكوين الجذور أو الأفرع على النسبة بين الأوكسين والسيتوكينين، ولذلك يعد التحكم في هذه النسبة أساس نجاح برامج زراعة الأنسجة.

س: كيف يستخدم التداخل بين ABA والجبريللينات في إدارة البذور؟

الإجابة:

يساعد في التحكم في السكون والإنبات، وبالتالي يمكن تحديد الوقت المناسب لبداية النمو.

س: كيف يساهم الإيثيلين في إدارة ما بعد الحصاد؟

الإجابة:

من خلال تنظيم وتسريع نضج الثمار للحصول على منتجات جاهزة للتسويق في الوقت المطلوب.

س: كيف يسهم التداخل بين الأوكسين والستريجولاكتونات في الإنتاج الزراعي؟

الإجابة:

يساعد في تنظيم التفرع والسيادة القمية، مما يؤثر في الشكل النهائي للنبات وكفاءة نموه.

س: كيف يساهم التداخل بين البراسينوستيرويدات والأوكسين في تحسين النمو؟

الإجابة:

من خلال تعزيز النمو الخضري واستطالة الخلايا وتحسين كفاءة النمو الكلية.

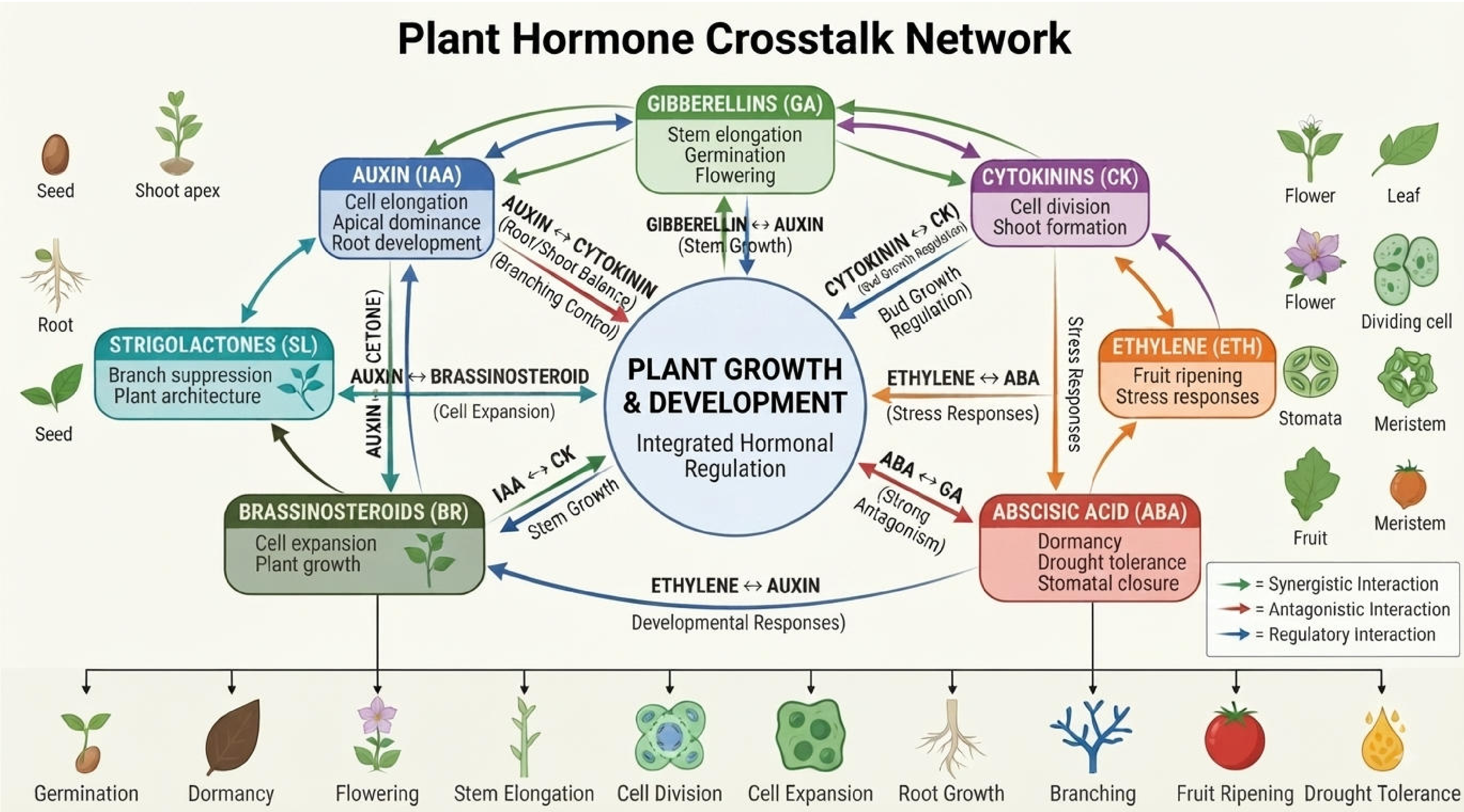
س: كيف يفيد التداخل بين ABA والإيثيلين النباتات تحت ظروف الإجهاد؟

الإجابة:

يساعد النباتات على الاستجابة للظروف البيئية غير الملائمة وتحسين قدرتها على التكيف معها.

الخلاصة النهائية

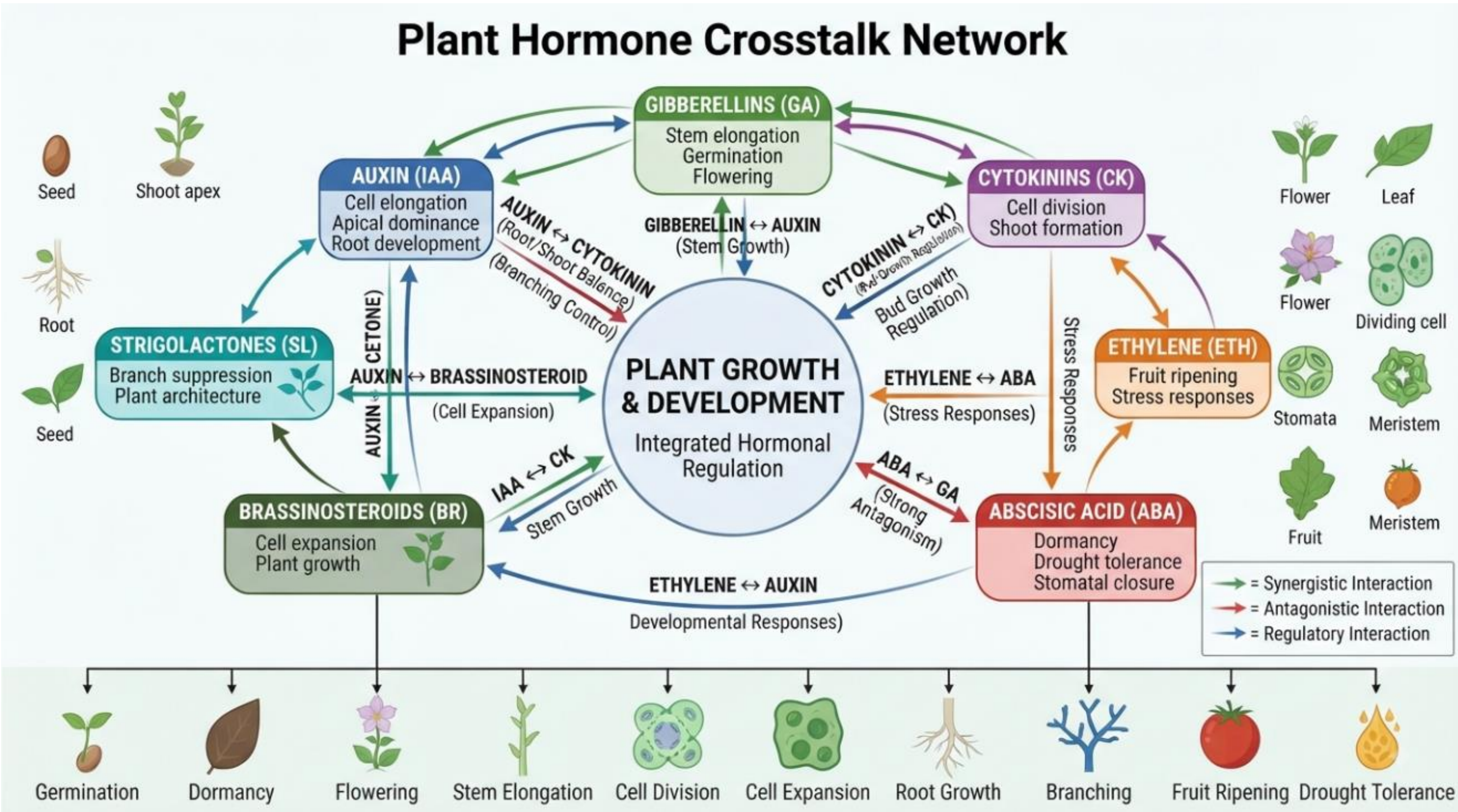
التداخل الهرموني هو أساس التنظيم الفسيولوجي للنبات، حيث تعمل الهرمونات في صورة شبكة مترابطة وليست بصورة منفردة. وتظهر أهميته في العديد من التطبيقات الزراعية مثل زراعة الأنسجة، والتحكم في السكون والإنبات، وتنظيم التفرع، وتسريع نضج الثمار، وتحسين تحمل الجفاف، وتعزيز النمو والإنتاج النباتي. ويمثل فهم هذه العلاقات الهرمونية أداة أساسية في الزراعة الحديثة لتحقيق أعلى إنتاجية وجودة ممكنة للمحاصيل.


Plant Hormone Crosstalk Network
GIBBERELLINS (GA)
Stem elongation
Germination
Flowering
AUXIN (IAA)
Cell elongation
Apical dominance
Root development
CYTOKININS (CK)
Cell division
Shoot formation
STRIGOLACTONES (SL)
Branch suppression
Plant architecture
ETHYLENE (ETH)
Fruit ripening
Stress responses
BRASSINOSTEROIDS (BR)
Cell expansion
Plant growth
ABSCISIC ACID (ABA)
Dormancy
Drought tolerance
Stomatal closure
PLANT GROWTH & DEVELOPMENT
Integrated Hormonal Regulation
AUXIN ↔ CYTOKININ
(Root/Shoot Balance)
(Branching Control)
GIBBERELLIN ↔ AUXIN
(Stem Growth)
CYTOKININ ↔ CK)
Bud Growth Regulation)
AUXIN ↔ BRASSINOSTEROID
(Cell Expansion)
ETHYLENE ↔ ABA
(Stress Responses)
IAA ↔ CK
Stem Growth
ABA ↔ GA
(Strong Antagonism)
ETHYLENE ↔ AUXIN
Developmental Responses)
Stress Responses
Seed
Shoot apex
Root
Seed
Flower
Leaf
Flower
Dividing cell
Stomata
Meristem
Fruit
Meristem
= Synergistic Interaction
= Antagonistic Interaction
= Regulatory Interaction
Germination
Dormancy
Flowering
Stem Elongation
Cell Division
Cell Expansion
Root Growth
Branching
Fruit Ripening
Drought Tolerance

شرح مبسط لشبكة التداخل بين الهرمونات النباتية

Plant Hormone Crosstalk Network

تمثل هذه الصورة **خريطة للعلاقات بين الهرمونات النباتية المختلفة** وكيف تتعاون أو تتضاد معًا لتنظيم النمو والتطور النباتي.



أولاً: مركز الشكل Plant Growth & Development النمو والتطور النباتي

يوجد في وسط الشكل لأن جميع الهرمونات تعمل معًا للتحكم في:

- الإنبات Germination
- النمو الخضري
- استطالة الساق
- انقسام الخلايا
- تكوين الأعضاء
- التفرع
- الإزهار
- نضج الثمار
- تحمل الجفاف

أي أن النمو النهائي للنبات لا يعتمد على هرمون واحد، بل على **التكامل بين الهرمونات المختلفة**.

ثانياً: شرح كل هرمون

1الأوكسين Auxin IAA

وظائفه

- استطالة الخلايا Cell Elongation
- السيادة القمية Apical Dominance
- نمو الجذور Root Development

يظهر في الصورة مرتبطاً بـ

- تكوين الجذور.
- تنظيم التفرع.
- زيادة نمو الساق.

2الجبريلينات Gibberellins GA

وظائفها

- استطالة الساق Stem Elongation
- الإنبات Germination
- الإزهار Flowering

دورها في الصورة

تعمل على:

- زيادة النمو الطولي.
- كسر السكون.
- تحفيز الإنبات.

3السيتوكينينات Cytokinins CK

وظائفها

- الانقسام الخلوي Cell Division
- تكوين الأفرع Shoot Formation

دورها في الصورة

- زيادة تكوين البراعم.
- تحفيز نمو الأجزاء الخضرية.
- تنظيم نشاط الميرستيمات.

4الإيثيلين Ethylene ETH

وظائفه

- نضج الثمار Fruit Ripening
- الاستجابة للإجهاد Stress Responses

في الصورة يرتبط بـ:

- نضج الثمار.
- استجابة النبات للضغوط البيئية.

5حمض الأبسيسيك Abscisic Acid ABA

وظائفه

- السكون Dormancy
- تحمل الجفاف Drought Tolerance
- غلق الثغور Stomatal Closure

في الصورة ينظم:

- المحافظة على الماء.
- مقاومة الجفاف.
- سكون البذور.

6البراسينوستيرويدات Brassinosteroids BR

وظائفها

- استطالة الخلايا Cell Expansion
- تعزيز النمو Plant Growth

في الصورة تعمل على:

- زيادة حجم الخلايا.
- تنشيط النمو الخضري.

7الستريجولاكتونات Strigolactones SL

وظائفها

- تثبيط التفرع الجانبي Branch Suppression
- تنظيم الشكل العام للنبات Plant Architecture

في الصورة تقلل نمو البراعم الجانبية وتحافظ على التوازن بين النمو الرأسي والتفرع.

ثالثاً: معنى ألوان الأسهم

السهم الأخضر

Synergistic Interaction علاقة تآزرية

يعني أن: **هرمونين يعملان معًا لتعزيز الاستجابة نفسها.**

مثال:

- Auxin + Gibberellin
- Auxin + Brassinosteroid

النتيجة:

زيادة النمو واستطالة الساق.

السهم الأحمر

Antagonistic Interaction علاقة تضادية

يعني أن: **هرمونًا يشجع العملية بينما الآخر يثبطها.**

أشهر مثال:

ABA ↔ GA

- ABAيحافظ على السكون.
- GAيحفز الإنبات.

السهم الأزرق

Regulatory Interaction علاقة تنظيمية

يعني أن: أحد الهرمونات ينظم تأثير الآخر دون أن يكون التأثير بالضرورة موجباً أو سالباً.

رابعاً: أهم العلاقات في الشكل

العلاقة بين Auxin وCytokinin

Auxin ===> Auxin

يزيد تكوين الجذور.

Cytokinin ↑

يزيد تكوين الأفرع والبراعم.

التوازن بينهما

يحدد نوع العضو المتكون.

العلاقة بين ABA وGA

أهم علاقة في المقرر.

ABA

- سكون
- مقاومة الجفاف

GA

- إنبات
- نمو

لذلك تسمى:

علاقة تضادية Antagonism

العلاقة بين Auxin وStrigolactones

يتعاون الهرمونان في:

- تثبيط البراعم الجانبية.
- المحافظة على السيادة القمية.

العلاقة بين Auxin وBrassinosteroids

يتعاونان في:

- استطالة الخلايا.
- زيادة النمو الخضري.
- نمو الساق.

العلاقة بين Ethylene وABA

يشتركان في:

- استجابات الإجهاد البيئي.
- التكيف مع الظروف غير المناسبة.

العلاقة بين Cytokinin وGA

يتعاونان في:

- تنظيم النمو.
- تنشيط الأنسجة المرستيمية.
- تكوين أعضاء جديدة.

خامساً: الجزء السفلي من الشكل

يمثل **العمليات الحيوية الناتجة عن التفاعل الهرموني:**

العملية	الهرمونات الأكثر ارتباطاً
الإنبات Germination	GA، ABA
السكون Dormancy	ABA
الإزهار Flowering	GA، FT
استطالة الساق Stem Elongation	GA، Auxin، BR
الانقسام الخلوي Cell Division	CK
استطالة الخلية Cell Expansion	Auxin، BR
نمو الجذور Root Growth	Auxin
التفرع Branching	SL، Auxin
نضج الثمار Fruit Ripening	Ethylene
تحمل الجفاف Drought Tolerance	ABA

الخلاصة الذهبية للحفظ

→ **Auxin IAA** ✅ الجذور واستطالة الخلايا والسيادة القمية.

→ **GA** ✅ الإنبات واستطالة الساق.

→ **CK** ✅ الانقسام الخلوي وتكوين البراعم.

→ **ETH** ✅ نضج الثمار والاستجابة للإجهاد.

→ **ABA** ✅ السكون والجفاف وغلق الثغور.

→ **BR** ✅ استطالة الخلايا والنمو الخضري.

→ **SL** ✅ تثبيط التفرع الجانبي.

أهم علاقة في الامتحان غالباً:

ABA ↔ GA السكون مقابل الإنبات

Auxin ↔ Cytokinin الجذور مقابل الأفرع

Auxin ↔ Strigolactones السيادة القمية والتفرع.

ممتاز. هذا الرسم أكثر ثراءً لأنه لا يركز فقط على وظائف الهرمونات، بل على **التداخل الهرموني (Hormonal Crosstalk)** والعلاقات التآزرية (Synergistic) والتضادية (Antagonistic) والتنظيمية (Regulatory) بين الهرمونات المختلفة. لذلك من الأفضل أن تتدرج الأسئلة من معرفة الهرمونات ووظائفها إلى تحليل العلاقات بينها.

أولاً: مستوى التذكر (10 أسئلة)

1. ما الهرمون الذي يرمز له بـIAA ؟
   - الأوكسين.
2. ما الهرمون الذي يرمز له بـGA ؟
   - الجبريلين.
3. ما الهرمون الذي يرمز له بـCK ؟
   - السيتوكينين.
4. ما الهرمون الذي يرمز له بـABA ؟
   - حمض الأبسيسيك.
5. ما الهرمون المسؤول عن نضج الثمار؟
   - الإيثيلين.
6. ما الهرمون الذي يرتبط بالسكون؟
   - ABA.
7. ما الهرمون الذي يرتبط بانقسام الخلايا؟
   - CK.
8. ما الهرمون الذي يرتبط بتكوين الجذور؟
   - IAA.
9. ما الهرمون الذي يرتبط بتوسع الخلايا؟
   - BR.
10. ما الهرمون الذي يثبط التفرع الجانبي؟
    - SL.

ثانياً: مستوى الفهم (10 أسئلة)

11. لماذا يعد الأوكسين مهماً في السيادة القمية؟

- لأنه يثبط نمو البراعم الجانبية.

12. لماذا يرتبط ABA بتحمل الجفاف؟
    - لأنه يساعد في غلق الثغور وتقليل فقد الماء.
13. كيف يساهم السيتوكينين في تكوين الأفرع؟
    - من خلال تنشيط نمو البراعم.
14. لماذا يعد الإيثيلين مهماً في استجابات الإجهاد؟
    - لأنه ينظم استجابات النبات للظروف البيئية.
15. كيف تؤثر البراسينوستيرويدات في النمو؟
    - من خلال زيادة توسع الخلايا.
16. لماذا يسهم الجبريلين في زيادة طول الساق؟
    - لأنه يحفز استطالة الخلايا.
17. كيف ترتبط الستريجولاكتونات بهندسة النبات؟
    - من خلال تنظيم التفرع.
18. لماذا يعد انقسام الخلايا ضرورياً للنمو؟
    - لأنه يزيد عدد الخلايا.
19. كيف تؤثر علاقة الأوكسين والسيتوكينين على التوازن بين الجذر والمجموع الخضري؟
    - تنظمان نمو الجذور والأفرع بصورة متوازنة.
20. لماذا يوصف التداخل الهرموني بأنه تنظيم متكامل؟
    - لأن عدة هرمونات تشترك في تنظيم العملية نفسها.

ثالثاً: مستوى التطبيق (10 أسئلة)

21. نبات يحتاج إلى زيادة نمو الجذور، أي هرمون تستخدم؟
    - الأوكسين.
22. مزارع يريد تسريع نضج الطماطم، أي هرمون يضيف؟
    - الإيثيلين.
23. إذا أردت زيادة استطالة الساق، أي هرمون تختار؟

- الجبريلين.

24. نبات تعرض لعطش شديد، أي هرمون تتوقع ارتفاعه؟
    - ABA.
25. إذا أزلت القمة النامية، ماذا يحدث للتفرع؟
    - يزداد.
26. أي هرمون تستخدم لزيادة انقسام الخلايا في زراعة الأنسجة؟
    - السيتوكينين.
27. إذا أردت تحسين توسع الخلايا، أي هرمون تطبق؟
    - البراسينوستيرويد.
28. نبات يعاني من قلة التفرع، أي هرمون تحاول خفضه؟
    - الستريجولاكتون.
29. ما الهرمون المناسب لزيادة الإنبات؟
    - الجبريلين.
30. أي هرمون تتوقع ارتفاعه في الثمار الناضجة؟
    - الإيثيلين.

رابعاً: مستوى التحليل (10 أسئلة)

31. قارن بين وظيفة الأوكسين والسيتوكينين.
    - الأوكسين يعزز الاستطالة والجذور، والسيتوكينين يعزز الانقسام والأفرع.
32. ما العلاقة بين ABA وGA؟
    - علاقة تضاد.
33. كيف يختلف دور الإيثيلين عن دور الجبريلين؟
    - الإيثيلين يرتبط بالنضج والإجهاد، والجبريلين بالنمو والاستطالة.
34. لماذا يؤدي انخفاض الأوكسين إلى زيادة التفرع؟
    - بسبب ضعف السيادة القمية.
35. ما أوجه التشابه بين BR وGA؟

- كلاهما يعززان النمو.

36. كيف تنظم الستريجولاكتونات شكل النبات؟
    - عبر تثبيط تكوين الأفرع الجانبية.
37. ما تأثير ارتفاع CK مع انخفاضSL ؟
    - زيادة التفرع.
38. كيف يسهم التداخل بين الإيثيلين و ABAفي الإجهاد؟
    - بتنظيم استجابات التكيف مع الظروف القاسية.
39. لماذا يعد التوازن بين الأوكسين والسيتوكينين مهماً؟
    - لتحديد اتجاه النمو الخضري أو الجذري.
40. كيف يمكن تفسير ضعف إنبات البذور مع ارتفاعABA ؟
    - لأن ABA يعزز السكون.

خامساً: مستوى التقييم (5 أسئلة)

41. أيهما أنسب لتحسين تحمل الجفاف ABA :أمGA ؟
    - ABA.
42. هل يعد استخدام الإيثيلين مناسباً أثناء التخزين الطويل للثمار؟
    - لا.
43. أيهما أكثر فاعلية في زيادة التفرع: زيادة CK أم زيادةSL ؟
    - زيادة.CK
44. هل يمكن الاعتماد على هرمون واحد فقط لتنظيم النمو؟
    - لا، بسبب التداخل الهرموني.
45. أيهما أفضل لزيادة الكتلة الخضرية BR :أمABA ؟
    - BR.

سادساً: مستوى الإبداع والابتكار (5 أسئلة)

46. صمم تجربة لإظهار التضاد بين ABA و GAفي الإنبات.

- معاملة مجموعات من البذور بكل هرمون ثم مقارنة نسبة الإنبات.

47. اقترح تجربة لإثبات دور الإيثيلين في نضج الثمار.

- مقارنة ثمار معالجة بالإيثيلين مع مجموعة ضابطة.

48. صمم تجربة لدراسة العلاقة بين الأوكسين والسيتوكينين في نمو النبات.

- استخدام تراكيز مختلفة من الهرمونين ومقارنة النمو.

49. كيف يمكن تصميم برنامج هرموني للحصول على نبات كثيف التفرع؟

- زيادة CK وخفض تأثير SL.

50. اقترح استراتيجية هرمونية لتحسين نمو النبات تحت ظروف الجفاف.

- الحفاظ على مستوى مناسب من ABA مع دعم النمو بتركيزات معتدلة من GA وCK.

توزيع الأسئلة وفق بلوم

- التذكر: 10
- الفهم: 10
- التطبيق: 10
- التحليل: 10
- التقييم: 5
- الإبداع: 5

هذا النموذج يركز على **المفهوم الأساسي للرسم وهو "التداخل الهرموني Hormonal Crosstalk"** وليس فقط وظائف الهرمونات منفردة، وهو مناسب جداً لطلاب فسيولوجيا النبات في المستوى الجامعي.

أسئلة المراجعة وإجاباتها

س1: ما المقصود بالتداخل الهرموني؟

الاجابة :التداخل الهرموني هو التفاعل بين هرمونين أو أكثر لإنتاج استجابة فسيولوجية أو نمائية معينة داخل النبات.

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :تعريف المفاهيم العلمية.

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

س2: لماذا يعد التداخل الهرموني مهماً؟

الاجابة :لان معظم العمليات الحيوية لا يتحكم فيها هرمون واحد بل شبكة متكاملة من الهرمونات.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير العلاقات الفسيولوجية.

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

س3: ما العلاقة بين الاوكسين والسيتوكينين في زراعة الانسجة؟

الاجابة :تعتمد طبيعة العضو المتكون على النسبة بين الاوكسين والسيتوكينين.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات العملية.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س4: ماذا يحدث عند ارتفاع نسبة الاوكسين مقارنة بالسيتوكينين؟

الاجابة :يزداد تكوين الجذور العرضية.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :تطبيق المعرفة الهرمونية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

س5: ماذا يحدث عند ارتفاع نسبة السيتوكينين مقارنة بالاوكسين؟

الاجابة :يزداد تكوين الافرع والبراعم الخضرية.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة في التنبؤ بالاستجابة.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

س6: ما العلاقة بين الجبريللينات و ABAأثناء الانبات؟

الاجابة :الجبريللينات تحفز الانبات بينما يعمل ABA على المحافظة على السكون.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :المقارنة بين التأثيرات الهرمونية.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س7: لماذا تعد نسبة ABA إلى الجبريللينات مهمة زراعياً؟

الاجابة :لأنها تحدد قدرة البذور على البقاء في حالة سكون أو بدء الانبات.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

س8: ما العلاقة بين الاوكسين والستريجولاكتونات؟

الاجابة :يتعاون الهرمونان في تنظيم نمو البراعم الجانبية والسيادة القمية.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التداخل الهرموني.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س9: كيف يمكن استغلال الايثيلين في الزراعة؟

الاجابة :في تنظيم وتسريع نضج الثمار بعد الحصاد.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :ربط المعرفة النظرية بالتطبيق الزراعي.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

س10: ما دور ABA في تحسين تحمل الجفاف؟

الاجابة :يحافظ على الماء من خلال تنظيم غلق الثغور وتقليل فقد الماء.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الاستجابات البيئية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

س11: كيف تؤثر البراسينوستيرويدات في الانتاج النباتي؟

الاجابة :من خلال تعزيز النمو الخضري واستطالة الخلايا وتحسين كفاءة النمو.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

س12: فسر أهمية التداخل بين الهرمونات المختلفة في الزراعة الحديثة.

الاجابة :لأنه يسمح بالتحكم في الانبات والتجذير والتفرع والازهار ونضج الثمار وتحمل الظروف البيئية.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات الزراعية المتكاملة.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

أسئلة الاختيار من متعددMCQ

.1التداخل الهرموني يعني:

أ. تأثير هرمون واحد فقط
ب. تفاعل أكثر من هرمون ✅
ج. توقف النمو
د. زيادة الامتصاص

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :معرفة المفاهيم.

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

.2زيادة نسبة الاوكسين تؤدي غالباً إلى:

أ. تكوين الجذور ✅
ب. تكوين الازهار ج. نضج الثمار د. غلق الثغور

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة العلمية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

.3زيادة نسبة السيتوكينين تؤدي إلى:

أ. زيادة البراعم الخضرية ✅ ب. زيادة السكون ج. غلق الثغور د. نضج الثمار

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :تطبيق المفاهيم.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

.4الهرمون الاكثر ارتباطاً بنضج الثمار:

أ. ABAب. Auxinج. ✅ Ethyleneد. Cytokinin

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :ربط الهرمون بوظيفته.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

.5العلاقة بين ABA والجبريلينات أثناء الانبات:

أ. تكامل فقط ب. تضاد وظيفي ✅ ج. لا توجد علاقة د. تأثير متشابه

مستوى بلوم :التحليل

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية.

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

.6من التطبيقات الزراعية للايثيلين:

أ. غلق الثغور ب. تسريع النضج ✅ ج. زيادة السكون د. زيادة الانقسام الخلوي

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة في التطبيقات الزراعية.

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

.7يستخدم ABA بصورة غير مباشرة في:

أ. مقاومة الجفاف ✅ ب. البناء الضوئي ج. التلقيح د. الاخصاب

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية.

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

.8تنظيم التفرع يرتبط بصورة كبيرة ب:

أ. Ethyleneب. ✅ Strigolactonesج. ABAد. FT

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير الوظائف الفسيولوجية.

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

.9تكوين الاعضاء في زراعة الانسجة يعتمد على:

أ. نسبة الاوكسين والسيتوكينين ✅ ب. نسبة الماء فقط ج. كمية الضوء فقط د. تركيز السكر فقط

مستوى بلوم :التحليل

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات العملية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

.10أفضل وصف للتداخل الهرموني هو:

أ. شبكة تنظيمية متكاملة ✅ ب. تأثير مستقل لكل هرمون ج. عملية بناء ضوئي د. عملية تنفس

مستوى بلوم :التحليل

المهارة المقاسة :تحليل المفاهيم المتقدمة.

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمI1 :

أسئلة الصح والخطأ

السؤال	الاجابة	مستوى بلوم	المهارة المقاسة	هدف التعلم	مخرج التعلم
معظم الاستجابات النباتية تنتج من تفاعل عدة هرمونات.	✓	الفهم	تفسير المفاهيم	LO1	K1
زيادة الاوكسين تشجع تكوين الجذور.	✓	التطبيق	توظيف المعرفة	LO3	P1
زيادة السيتوكينين تشجع تكوين البراعم.	✓	التطبيق	توظيف المعرفة	LO3	P1
الجبريللينات و ABAيؤديان الوظيفة نفسها أثناء الانبات.	✗	التحليل	المقارنة	LO2	I1
الايثيلين مرتبط بنضج الثمار.	✓	التذكر	استرجاع المعرفة	LO3	K1
ABAيساعد النبات على تحمل الجفاف.	✓	الفهم	تفسير الاستجابات	LO3	P1
الستريجولاكتونات تنظم التفرع النباتي.	✓	الفهم	تفسير الوظائف	LO2	I1
لا توجد علاقة بين الاوكسين والسيتوكينين.	✗	التحليل	تحليل العلاقات الهرمونية	LO2	I1
يمكن استغلال التداخل الهرموني في الزراعة الحديثة.	✓	الفهم	تفسير التطبيقات	LO3	P1
التداخل الهرموني أساس مهم لتحسين الانتاج الزراعي.	✓	التحليل	تقييم الاهمية التطبيقية	LO3	P1

التوزيع النهائي لمستويات بلوم في المحاضرة

مستوى بلوم	عدد الاسئلة
التذكرRemembering	8
الفهمUnderstanding	14
التطبيقApplying	7
التحليلAnalyzing	8
التقييمEvaluating	0
الابداعCreating	0

مصفوفة مختصرة لاهم التداخلات الهرمونية الزراعية

التداخل الهرموني	التطبيق الزراعي
Auxin + Cytokinin	زراعة الانسجة وتكوين الجذور والافرع
ABA ↔ GA	التحكم في السكون والانبات
Ethylene + Auxin	نضج الثمار والانفصال
Auxin + Strigolactone	تنظيم التفرع والسيادة القمية
BR + Auxin	تعزيز النمو الخضري
ABA + Ethylene	الاستجابة للاجهادات البيئية

المحاضرة الثانية عشرة

المقارنة الشاملة بين الهرمونات النباتية ومسارات التخليق الحيوي

Comparative Biosynthesis of Plant Hormones

أولا: مقدمة

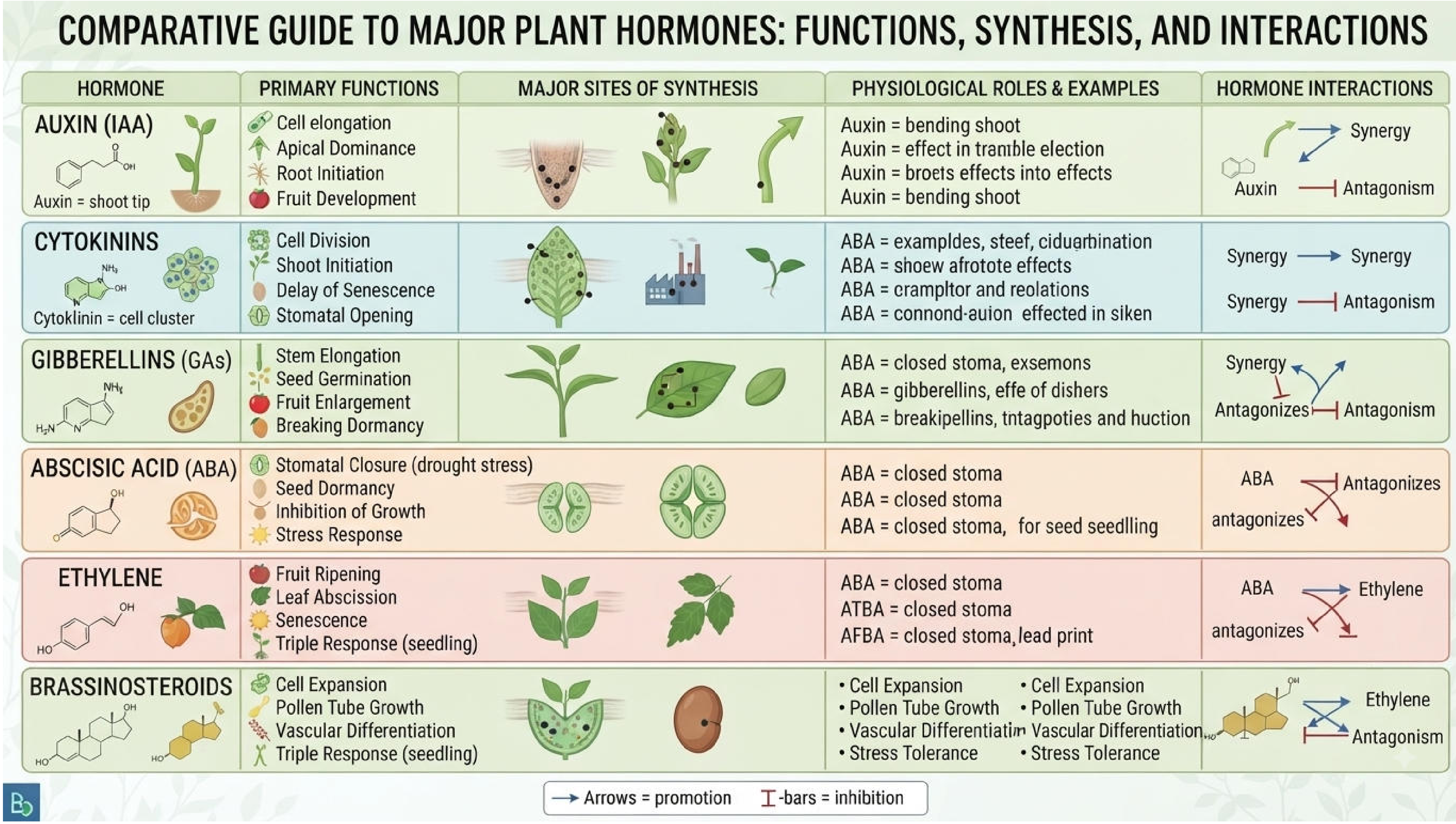
تختلف الهرمونات النباتية في تركيبها الكيميائي ومسارات تخليقها الحيوي، إلا أن معظمها ينشأ من ثلاث مجموعات رئيسية من الطلائع الحيوية:

- الاحماض الامينيةAmino Acids
- الايزوبرينويداتIsoprenoids
- الدهونLipids

ويعد فهم الاصل الايضي لكل هرمون أساسياً لفهم وظائفه وتفاعلاته مع الهرمونات الاخرى

جدول: 1: مقارنة الهرمونات حسب الاصل الكيميائي

الهرمون بالعربية	الهرمون بالإنجليزية	الطليعة الاساسية
الاوكسين	Auxin IAA	التربتوفانTryptophan
الايثيلين	Ethylene	الميثيونينMethionine
السيتوكينينات	Cytokinins	DMAPP / HMBDP
الجبريللينات	Gibberellins	GGPP
حمض الابسيسيك	Abscisic Acid ABA	الكاروتيناتCarotenoids
البراسينوستيرويدات	Brassinosteroids	Sterols
الستريجولاكتونات	Strigolactones	β-Carotene
حمض الجاسمونيك	Jasmonic Acid	α-Linolenic Acid


COMPARATIVE GUIDE TO MAJOR PLANT HORMONES: FUNCTIONS, SYNTHESIS, AND INTERACTIONS
HORMONE
PRIMARY FUNCTIONS
MAJOR SITES OF SYNTHESIS
PHYSIOLOGICAL ROLES & EXAMPLES
HORMONE INTERACTIONS
AUXIN (IAA)
Auxin = shoot tip
Cell elongation
Apical Dominance
Root Initiation
Fruit Development
Auxin = bending shoot
Auxin = effect in tramble election
Auxin = broets effects into effects
Auxin = bending shoot
Synergy
Auxin
Antagonism
CYTOKININS
Cytoklinin = cell cluster
Cell Division
Shoot Initiation
Delay of Senescence
Stomatal Opening
ABA = exampldes, steef, ciduarbination
ABA = shoew afrotote effects
ABA = cramptor and reolations
ABA = connond-auion effected in siken
Synergy
Synergy
Synergy
Antagonism
GIBBERELLINS (GAs)
Stem Elongation
Seed Germination
Fruit Enlargement
Breaking Dormancy
ABA = closed stoma, exsemons
ABA = gibberellins, effe of dishers
ABA = breakipellins, tntagpoties and huction
Synergy
Antagonizes
Antagonism
ABSCISIC ACID (ABA)
Stomatal Closure (drought stress)
Seed Dormancy
Inhibition of Growth
Stress Response
ABA = closed stoma
ABA = closed stoma
ABA = closed stoma, for seed seedlling
ABA
Antagonizes
antagonizes
ETHYLENE
Fruit Ripening
Leaf Abscission
Senescence
Triple Response (seedling)
ABA = closed stoma
ATBA = closed stoma
AFBA = closed stoma, lead print
ABA
Ethylene
antagonizes
BRASSINOSTEROIDS
Cell Expansion
Pollen Tube Growth
Vascular Differentiation
Triple Response (seedling)
• Cell Expansion
• Pollen Tube Growth
• Vascular Differentiatim
• Stress Tolerance
• Cell Expansion
• Pollen Tube Growth
Vascular Differentiation
• Stress Tolerance
Ethylene
Antagonism
Arrows = promotion
-bars = inhibition

جدول2 : مواقع التخليق الرئيسية في النبات

الهرمون	أهم مواقع التخليق
الاوكسين	القمم النامية والاوراق الحديثة والبذور النامية
السيتوكينينات	قمم الجذور والبذور النامية
الجبريللينات	الانسجة الفتية والقمم النامية
الايثيلين	الثمار الناضجة والجذور والانسجة المجهدة
ABA	الاوراق الناضجة والجذور والبذور
البراسينوستيرويدات	الاوراق والجذور والبذور
الستريجولاكتونات	الجذور بصورة رئيسية

جدول3 : مقارنة الطلائع المباشرة لكل هرمون

الهرمون	أهم طليعة مباشرة
الاوكسين	IPAأوIAM
الايثيلين	ACC
السيتوكينينات	iP nucleotides
الجبريللينات	GA12
ABA	Xanthoxin
البراسينوستيرويدات	Campesterol
الستريجولاكتونات	Carlactone

جدول4 : الانزيم المحدد للسرعةRate Limiting Enzyme

الهرمون	الانزيم الرئيسى
الايثيلين	ACC Synthase ACS
ABA	NCED
السيتوكينينات	IPT
الجبريللينات	CPS
الستريجولاكتونات	CCD7وCCD8
البراسينوستيرويدات	Phytoene Synthaseوالمسارات الستيرويدية اللاحقة

جدول5 : أهم ناقل أو وسيط في التخليق الحيوي

الهرمون	الوسيط الاشهر
Auxin	IPA
Ethylene	ACC
ABA	Xanthoxin
Gibberellins	ent-Kaurene
Cytokinins	iP
Brassinosteroids	Campestanol
Strigolactones	Carlactone

جدول6 : مقارنة الوظائف الفسيولوجية الرئيسية

الهرمون	الوظيفة الرئيسية
Auxins	استطالة الخلايا والسيادة القمية
Cytokinins	الانقسام الخلوي
Gibberellins	النمو الطولي والانبات
Ethylene	نضج الثمار
ABA	السكون وتحمل الجفاف
Brassinosteroids	نمو الخلايا والتطور
Strigolactones	تثبيط التفرع الجانبي

جدول7 : الهرمونات حسب مكان بدء التخليق داخل الخلية

الهرمون	موقع بدء التخليق
Auxin	البلاستيدات الخضراء والسيتوسول
Cytokinin	البلاستيدات والسيتوسول
Gibberellin	البلاستيدات ثم الشبكة الاندوبلازمية
ABA	البلاستيدات
Brassinosteroids	السيتوسول والشبكة الاندوبلازمية
Strigolactones	البلاستيدات ثم السيتوسول
Ethylene	السيتوسول

جدول8 : الهرمونات المشتقة من الاحماض الامينية

الحمض الاميني	الهرمون الناتج
Tryptophan	Auxin IAA
Methionine	Ethylene
Tryptophan	Melatonin

جدول9 : الهرمونات المشتقة من الايزوبرينويدات

الطليعة	الهرمونات الناتجة
IPP	Cytokinins
GGPP	Gibberellins
Carotenoids	ABA
β-Carotene	Strigolactones
Sterols	Brassinosteroids

جدول10 : أسهل طريقة للحفظ قبل الامتحان

الهرمون	كلمة مفتاحية
Auxin	استطالة
Cytokinin	انقسام
Gibberellin	إنبات
Ethylene	نضج
ABA	سكون
Brassinosteroid	نمو
Strigolactone	تفرع

مقارنة بين الهرمونات من حيث التأثير الرئيسي

العملية الفسيولوجية	الهرمون الاكثر ارتباطاً بها
استطالة الخلايا	Auxins + Brassinosteroids
استطالة الساق	Gibberellins
الانقسام الخلوي	Cytokinins
نضج الثمار	Ethylene
السكون	Abscisic Acid ABA
غلق الثغور	Abscisic Acid ABA
التفرع الخضري	Strigolactones
استجابة الظل	Auxins + Phytochrome
الانبات	Gibberellins
مقاومة الجفاف	Abscisic Acid ABA

مقارنة بين الهرمونات من حيث التأثير على النمو

الهرمون	التأثير العام على النمو
Auxins	منشط للنمو
Gibberellins	منشط قوي للنمو الطولي
Cytokinins	منشط للانقسام الخلوي
Ethylene	يعتمد على نوع النسيج والمرحلة النمائية
ABA	مثبط نسبي للنمو أثناء الاجهاد
Brassinosteroids	منشط للنمو والتطور
Strigolactones	منظم للنمو والتفرع

مقارنة بين الهرمونات المرتبطة بالإنبات والسكون

العملية	الهرمون الرئيسي
السكونDormancy	ABA
المحافظة على السكون	ABA
كسر السكون	انخفاض ABA وزيادةGA
الانباتGermination	Gibberellins
نمو الجنين أثناء الانبات	Gibberellins
منع الانبات المبكر	ABA

مقارنة بين الهرمونات المرتبطة بالإزهار

العامل	الهرمون أو الاشارة المرتبطة
التوافق الضوئيPhotoperiodism	FT Florigen + Phytochrome
الارتباعVernalization	تثبيطFLC
تحفيز الازهار في بعض النباتات	Gibberellins
إدراك الضوء	Phytochrome
الاشارة الزهرية	Florigen FT Protein

أهم الاختصارات التي يجب حفظها

الاختصار	الاسم
IAA	Indole-3-Acetic Acid Auxin
GA	Gibberellins
CK	Cytokinins
ETH	Ethylene
ABA	Abscisic Acid
BR	Brassinosteroids
SL	Strigolactones
FT	FLOWERING LOCUS T Florigen
FLC	FLOWERING LOCUS C
Pr	الشكل غير النشط نسبياً من الفيتوكروم
Pfr	الشكل النشط فسيولوجياً من الفيتوكروم

ملخص سريع للحفظ قبل الامتحان

- **الاوكسينات Auxins** ← استطالة الخلايا والقطبية النباتية.
- **الجبريللينات Gibberellins** ← استطالة الساق والانبات.
- **السيتوكينينات Cytokinins** ← الانقسام الخلوي.
- **الايثيلين Ethylene** ← نضج الثمار.
- **حمض الابسيسيك ABA** ← السكون وغلق الثغور.
- **البراسينوستيرويدات Brassinosteroids** ←النمو والتطور الخضري.
- **الستريجولاكتونات Strigolactones** ← تثبيط التفرع الجانبي.
- **الفيتوكروم Phytochrome** ← إدراك الضوء الاحمر والاحمر البعيد.
- **الفلوريجين Florigen** ← الاشارة الزهرية.
- **الارتباع Vernalization** ← اكتساب القدرة على الازهار بعد التعرض للبرودة.

الخلاصة العامة

يمكن تقسيم هرمونات المقرر إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

مشتقات الاحماض الامينية

- Auxin
- Ethylene

مشتقات الايزوبرينويدات

- Cytokinins
- Gibberellins
- ABA
- Brassinosteroids
- Strigolactones

مشتقات الدهون

- Jasmonic Acid

ويُعد **IPP** و**GGPP** و**الكاروتينات** نقاط التقاء رئيسية بين مسارات تخليق العديد من الهرمونات النباتية، وهو ما يفسر وجود تداخل كبير بين التأثيرات الهرمونية المختلفة داخل النبات.

أهم 30 مصطلح في مقرر منظمات النمو وفسيولوجيا النمو والتطور النباتي

#	المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنجليزية	التعريف المختصر
1	الاوكسين	Auxin IAA	هرمون نباتي مسؤول أساساً عن استطالة الخلايا والسيادة القمية والانتحاءات.
2	الجبريللينات	Gibberellins GA	مجموعة هرمونات تحفز النمو الطولي والانبات والازهار في بعض النباتات.
3	السيتوكينينات	Cytokinins CK	هرمونات تنظم الانقسام الخلوي وتكوين الاعضاء وتأخير الشيخوخة.
4	الايثيلين	Ethylene ETH	هرمون غازي مسؤول عن نضج الثمار والعديد من الاستجابات الفسيولوجية.
5	حمض الابسيسيك	Abscisic Acid ABA	هرمون يرتبط بالسكون وغلق الثغور وتحمل الجفاف.
6	البراسينوستيرويدات	Brassinosteroids BR	هرمونات ستيرويدية تنظم نمو الخلايا والتطور النباتي.
7	الستريجولاكتونات	Strigolactones SL	هرمونات تنظم التفرع الجانبي وتتدخل في تفاعلات الجذور مع البيئة.
8	الفيتوكروم	Phytochrome	مستقبل ضوئي يستجيب للضوء الاحمر والاحمر البعيد.
9	الفلوريجين	Florigen FT Protein	الاشارة الزهرية المتحركة من الاوراق إلى القمة النامية.
10	التوافق الضوئي	Photoperiodism	استجابة النبات لطول النهار وطول الليل خاصة فيما يتعلق بالإزهار.
11	الارتباع	Vernalization	اكتساب النبات القدرة على الازهار بعد التعرض لفترة برودة طويلة.
12	السكون	Dormancy	حالة فسيولوجية تمنع الانبات أو النمو رغم توافر الظروف المناسبة.
13	الانبات	Germination	استئناف نمو الجنين وخروج الجذير من البذرة.
14	الجهد المائي	Water Potential Ψw	مقياس الطاقة الحرة للماء ويحدد اتجاه حركة الماء.
15	الجهد الذوباني	Solute Potential Ψs	الجزء من الجهد المائي الناتج عن المواد الذائبة.
16	الجهد الضغطي	Pressure Potential Ψp	الجزء من الجهد المائي الناتج عن الضغط أو الامتلاء الخلوي.
17	ضغط الامتلاء	Turgor Pressure	الضغط الذي يسببه الماء داخل الخلية على الجدار الخلوي.
18	الانتشار	Diffusion	انتقال الجزيئات من تركيز مرتفع إلى تركيز منخفض.
19	التناضح	Osmosis	حركة الماء عبر غشاء شبه منفذ تبعاً لتدرج الجهد المائي.
20	الاكوابورينات	Aquaporins	بروتينات غشائية متخصصة في نقل الماء بسرعة عبر الاغشية.
21	التبلزم	Plasmolysis	انكماش البروتوبلاست نتيجة خروج الماء من الخلية.

#	المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنجليزية	التعريف المختصر
22	إزالة التبلزم	Deplasmolysis	عودة الخلية لحالتها الطبيعية بعد إعادة امتصاص الماء.
23	الانتحاء الضوئي	Phototropism	استجابة نمو النبات لاتجاه الضوء.
24	السيادة القمية	Apical Dominance	سيطرة البرعم القمي على نمو البراعم الجانبية.
25	الساعة البيولوجية	Circadian Clock	نظام داخلي ينظم الايقاعات الحيوية والزمنية في النبات.
26	كسر الظلام	Night Break	تعريض النبات لفترة ضوء قصيرة أثناء الليل لتعديل الاستجابة الضوئية.
27	الطول الحرج للنهار	Critical Day Length	الحد الفاصل لطول النهار اللازم لتحفيز الازهار أو منعه.
28	استجابة الظل	Shade Avoidance Response	تغيرات نمو تحدث نتيجة انخفاض نسبة الضوء الاحمر إلى الاحمر البعيد.
29	الاستطالة الخلوية	Cell Elongation	زيادة طول الخلايا نتيجة تمدد الجدار ودخول الماء.
30	الانقسام الخلوي	Cell Division	تكوين خلايا جديدة من خلال الانقسام الميتوزي لتنمية الانسجة.

أهم 10 اختصارات يجب حفظها

الاختصار	المصطلح الكامل
IAA	Indole-3-Acetic Acid Auxin
GA	Gibberellin
CK	Cytokinin
ETH	Ethylene
ABA	Abscisic Acid
BR	Brassinosteroid
SL	Strigolactone
FT	FLOWERING LOCUS T Florigen
Pr	الشكل الممتص للضوء الاحمر من الفيتوكروم
Pfr	الشكل النشط فسيولوجياً من الفيتوكروم

ملخص ذهبي للامتحان

- **الاوكسينAuxin** → استطالة الخلايا والسيادة القمية.
- **الجبريللينGA** → الانبات واستطالة الساق.
- **السيتوكينينCK** → الانقسام الخلوي.
- **الايثيلينETH** → نضج الثمار.
- **حمض الابسيسيكABA** → السكون وغلق الثغور.
- **البراسينوستيرويداتBR** → النمو والتطور.
- **الستريجولاكتوناتSL** → تثبيط التفرع.
- **الفيتوكرومPhytochrome**→إدراك الضوء.
- **الفلوريجينFlorigen** → الازهار.
- **الارتباعVernalization** → الازهار بعد البرودة.

في فسيولوجيا النبات لا يوجد جدول "نهائي" يشمل كل العمليات لأن تأثير الهرمونات يعتمد على النوع النباتي والتركيز ومرحلة النمو، لكن الجدول الآتي يجمع أهم العمليات الحيوية والفسيولوجية وأكثر التأثيرات شيوعًا للهرمونات النباتية الرئيسية.

مفتاح الرموز:

- ✅ تأثير إيجابي تنشيط أو زيادة
- ❌ تأثير سلبي تثبيط أو تقليل
- ◯ قد يكون التأثير متغيرًا حسب التركيز أو النوع النباتي

العملية الفسيولوجية	الأوكسين IAA	الجبرلين GA	السيتوكينين CK	الإيثيلين ETH	حمض الأبسيسيك ABA
استطالة الخلايا	✅ قوي	✅ قوي	◯	❌	❌
انقسام الخلايا	✅	◯	✅ قوي	❌	❌
تمايز الأنسجة الوعائية	✅	◯	◯	◯	◯
نمو الساق	✅	✅ قوي	◯	❌	❌
نمو الجذر الرئيسي	✅ بتركيز منخفض	◯	◯	❌	❌
تكوين الجذور العرضية	✅ قوي	❌	❌	◯	◯
السيادة القمية	✅	◯	❌	◯	◯
نمو البراعم الجانبية	❌	◯	✅ قوي	◯	◯
كسر سكون البذور	◯	✅ قوي	◯	✅	❌
إنبات البذور	◯	✅ قوي	✅	✅	❌ قوي
تكوين الأميليز في الحبوب	◯	✅ قوي	◯	◯	❌
الإزهار في بعض الأنواع	◯	✅	◯	◯	◯
عقد الثمار	✅	✅	◯	❌	◯
نمو الثمار	✅	✅	✅	◯	❌
النضج الثمار المناخية	◯	◯	◯	✅ قوي	❌
الشيخوخةSenescence	❌	◯	❌ يؤخرها	✅	✅
تساقط الأوراق	❌	◯	❌	✅ قوي	✅
تساقط الثمار	❌	◯	◯	✅ قوي	✅
إغلاق الثغور	❌	◯	◯	✅	✅ قوي
فتح الثغور	◯	◯	✅	❌	❌ قوي
تحمل الجفاف	◯	◯	◯	✅ جزئي	✅ قوي
تحمل الملوحة	◯	◯	◯	◯	✅
استجابات الإجهاد	◯	◯	◯	✅	✅ قوي
تكوين الكالوس	✅	◯	✅	◯	❌
تكوين الأجنة الجسدية	✅	◯	✅	◯	◯
الانتحاءات الضوئية	✅ قوي	◯	◯	◯	◯
الانتحاءات الأرضية	✅ قوي	◯	◯	◯	◯

ملخص سريع للحفظ

الأوكسين

✅ استطالة الخلايا، تكوين الجذور، السيادة القمية، عقد الثمار، الانتحاءات.

❌ البراعم الجانبية، التساقط.

الجبريللين

✅ استطالة الساق، كسر السكون، الإنبات، الإزهار في بعض النباتات، نمو الثمار.

❌ تكوين الجذور العرضية غالبًا.

السيتوكينين

✅ انقسام الخلايا، نمو البراعم الجانبية، تأخير الشيخوخة.

❌ يقلل السيادة القمية.

الإيثيلين

✅ النضج، الشيخوخة، التساقط، استجابات الإجهاد.

❌ استطالة الساق والجذر غالبًا.

حمض الأبسيسيك

✅ السكون، إغلاق الثغور، مقاومة الجفاف والملوحة.

❌ الإنبات، النمو الخضري، استطالة الخلايا.

جدول موسع للتداخلات الهرمونية والعمليات الفسيولوجية النباتية

م	العملية الفسيولوجية	الهرمونات الرئيسية المتداخلة	النتيجة أو التطبيق الزراعي
1	إنبات البذور	GA + ABA	تنظيم السكون والإنبات
2	سكون البذور	ABA + GA	المحافظة على الحيوية أثناء التخزين
3	استطالة الساق	Auxin + GA	زيادة النمو الطولي
4	استطالة الخلايا	Auxin + BR	تعزيز النمو الخضري
5	الانقسام الخلوي	Cytokinin + Auxin	زيادة النمو وتكوين الأنسجة
6	تكوين الجذور العرضية	Auxin + Cytokinin	تحسين التجذير
7	تكوين البراعم	Cytokinin + Auxin	الإكثار الدقيق للنباتات
8	تكوين الكالس	Auxin + Cytokinin	زراعة الأنسجة
9	السيادة القمية	Auxin + Strigolactone	تنظيم التفرع
10	نمو البراعم الجانبية	Cytokinin + Strigolactone	التحكم في شكل النبات
11	التفرع النباتي	Auxin + Strigolactone	زيادة أو تقليل الأفرع
12	تكوين الشعيرات الجذرية	Auxin + Ethylene	تحسين الامتصاص
13	نمو المجموع الجذري	Auxin + ABA	رفع كفاءة امتصاص الماء
14	تمايز الأوعية الخشبية	Auxin + BR	تحسين النقل المائي
15	تكوين اللحاء	Auxin + Cytokinin	تحسين انتقال المواد الغذائية
16	الإزهار	GA + FT	تحفيز التزهير
17	التزهير المبكر	GA + Cytokinin	تقصير المرحلة الخضرية
18	عقد الثمار	Auxin + GA	زيادة نسبة العقد
19	نمو الثمار	Auxin + GA + BR	تحسين الحجم والجودة
20	النضج الفسيولوجي للثمار	Ethylene + ABA	تنظيم موعد الحصاد
21	نضج الثمار	Ethylene + Auxin	تسريع النضج
22	تساقط الأوراق	Ethylene + Auxin	التحكم في الانفصال
23	تساقط الثمار	Ethylene + Auxin	تنظيم الحصاد
24	شيخوخة الأوراق	Ethylene + Cytokinin	تنظيم العمر الفسيولوجي
25	تأخير الشيخوخة	Cytokinin + BR	إطالة العمر الإنتاجي
26	غلق الثغور	ABA + Ethylene	تقليل فقد الماء
27	مقاومة الجفاف	ABA + JA	رفع تحمل الإجهاد
28	مقاومة الملوحة	ABA + BR	تحسين التكيف البيئي
29	مقاومة الحرارة	ABA + BR	تقليل أضرار الحرارة
30	مقاومة البرودة	ABA + GA	تحسين تحمل الصقيع
31	الاستجابة للغمر بالماء	Ethylene + ABA	التكيف مع نقص الأكسجين
32	مقاومة الأمراض	SA + JA	تنشيط المناعة النباتية
33	مقاومة الحشرات	JA + Ethylene	تعزيز الدفاعات النباتية
34	الاستجابة للجروح	JA + Ethylene	تنشيط أنظمة الدفاع
35	تكوين العقد البكتيرية	Cytokinin + Auxin	تثبيت النيتروجين
36	التعايش الميكوريزي	Strigolactone + Auxin	تحسين امتصاص الفوسفور
37	امتصاص العناصر الغذائية	Cytokinin + Auxin	زيادة الكفاءة الغذائية
38	نمو الأوراق	Cytokinin + Auxin	زيادة المساحة الورقية
39	التوسع الورقي	BR + Auxin	رفع كفاءة البناء الضوئي
40	البناء الضوئي	Cytokinin + BR	زيادة الإنتاج الحيوي
41	تراكم الكلوروفيل	Cytokinin + BR	تحسين الاخضرار
42	تكوين الدرنات	GA + Cytokinin	تحسين إنتاج البطاطس
43	تكوين الأبصال	ABA + GA	تنظيم النمو التخزيني
44	تكوين البذور	Auxin + GA	نمو الأجنة والبذور
45	نمو الجنين	Auxin + Cytokinin	اكتمال التطور الجنيني
46	كسر السكون البراعم	GA + Cytokinin	تحفيز النمو الربيعي
47	تجدد الأنسجة	Auxin + Cytokinin + BR	استعادة النمو بعد الضرر
48	الاستجابة لنقص الفوسفور	Strigolactone + Auxin	تحسين الاستكشاف الجذري
49	تحمل الإجهاد التأكسدي	BR + ABA	حماية الخلايا
50	زيادة الإنتاجية النباتية	تداخل جميع الهرمونات الرئيسية	تحسين النمو والمحصول

أسئلة الاختيار من متعددMCQ

السؤال 1

التداخل الهرموني يعني:

أ. تأثير هرمون واحد فقط
ب. تفاعل أكثر من هرمون ✅
ج. توقف النمو
د. زيادة الامتصاص

الإجابة الصحيحة :ب. تفاعل أكثر من هرمون

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :معرفة المفاهيم العلمية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 2

أفضل تعريف للتداخل الهرموني هو:

أ. استجابة هرمون منفرد
ب. تفاعل عدة هرمونات لإحداث استجابة نباتية ✅
ج. زيادة النمو الخضري فقط
د. امتصاص العناصر الغذائية

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :تعريف المفاهيم العلمية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 3

تعود أهمية التداخل الهرموني إلى أن:

أ. كل عملية حيوية يتحكم فيها هرمون واحد
ب. معظم العمليات الحيوية يحكمها تفاعل عدة هرمونات ✅
ج. الهرمونات لا تتفاعل معاً
د. التداخل يحدث فقط أثناء الإزهار

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير العلاقات الفسيولوجية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 4

أي مما يلي يمثل مثالاً على التداخل الهرموني؟

أ. تفاعل الأوكسين والسيتوكينين ✅
ب. امتصاص الماء فقط
ج. البناء الضوئي
د. التنفس الخلوي

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :التعرف على الأمثلة التطبيقية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 5

في زراعة الأنسجة تعتمد طبيعة العضو المتكون على:

أ. شدة الضوء
ب. درجة الحرارة
ج. نسبة الأوكسين إلى السيتوكينين ✅
د. كمية السكر فقط

الإجابة الصحيحة :ج

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات العملية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 6

زيادة نسبة الأوكسين مقارنة بالسيتوكينين تؤدي إلى:

أ. زيادة تكوين الجذور ✅
ب. زيادة تكوين البراعم
ج. زيادة السكون
د. زيادة النضج

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 7

زيادة نسبة السيتوكينين مقارنة بالأوكسين تؤدي إلى:

أ. تكوين الجذور
ب. تكوين البراعم والأفرع ✅
ج. السكون
د. غلق الثغور

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :التنبؤ بالاستجابة النباتية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 8

أي من الآتي يستخدم للحصول على جذور عرضية بكفاءة أعلى؟

أ. رفع مستوى السيتوكينين
ب. رفع مستوى الأوكسين ✅
ج. رفع مستوى الإيثيلين
د. رفع مستوىABA

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :حل المشكلات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 9

أي الهرمونات التالية يحفز الإنبات؟

أABA .
ب. الجبريللينات ✅

ج. الإيثيلين
د. السيتوكينين

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :ربط الهرمون بوظيفته

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 10

الهرمون المسؤول عن المحافظة على سكون البذور هو:

أ✅ ABA .
بGA .
جAuxin .
دBR .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة العلمية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 11

العلاقة بين ABA والجبريللينات أثناء الإنبات تمثل:

أ. تكاملاً وظيفياً
ب. تضاداً وظيفياً ✅
ج. عدم وجود علاقة
د. وظيفة متماثلة

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 12

تحدد نسبة ABA إلى الجبريللينات:

أ. لون الأزهار
ب. قدرة البذور على السكون أو الإنبات ✅
ج. معدل البناء الضوئي
د. عدد الأوراق

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل تأثير التفاعلات الهرمونية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 13

يتعاون الأوكسين والستريجولاكتونات في تنظيم:

أ. التنفس
ب. التفرع والسيادة القمية ✅
ج. التلقيح
د. الإخصاب

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التداخل الهرموني

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 14

تنظيم نمو البراعم الجانبية يرتبط بصورة كبيرة بـ:

أ. ABA
ب. Ethylene
ج ✅ . Strigolactones
د. FT

الإجابة الصحيحة :ج

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الوظائف الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 15

الهرمون الأكثر ارتباطاً بنضج الثمار هو:

أABA .
بAuxin .
ج✅ Ethylene .
دCytokinin .

الإجابة الصحيحة :ج

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :ربط الهرمون بوظيفته

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 16

من التطبيقات الزراعية المهمة للإيثيلين:

أ. زيادة السكون
ب. تسريع نضج الثمار✅
ج. زيادة الانقسام الخلوي
د. تكوين الجذور

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة في التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 17

يساعد ABA النبات على مقاومة الجفاف من خلال:

أ. زيادة فقد الماء
ب. تنظيم غلق الثغور✅
ج. زيادة النتح
د. زيادة النضج

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الاستجابات البيئية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 18

الهدف من غلق الثغور بوساطة ABA هو:

أ. زيادة امتصاص الضوء
ب. تقليل فقد الماء ✅
ج. زيادة النتح
د. زيادة التفرع

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الآليات الفسيولوجية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 19

تعمل البراسينوستيرويدات BR على:

أ. زيادة السكون
ب. تعزيز النمو الخضري ✅
ج. تثبيط استطالة الخلايا
د. إيقاف الانقسام الخلوي

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 20

أفضل وصف للتداخل الهرموني هو أنه:

أ. تأثير مستقل لكل هرمون
ب. شبكة تنظيمية متكاملة ✅

ج. عملية بناء ضوئي
د. عملية تنفس

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل المفاهيم المتقدمة

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمI1 :

فيما يلي **الأسئلة من 21 إلى 100** بنفس القالب الأكاديمي:

السؤال 21

الهدف الرئيسي من استخدام الأوكسين في العقل النباتية هو:

أ. زيادة التزهير
ب. زيادة التجذير ✅
ج. زيادة النضج
د. زيادة السكون

الإجابة الصحيحة :ب

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 22

إنتاج الشتلات خالية الأمراض يرتبط بصورة كبيرة بـ:

أ. زراعة الأنسجة ✅
ب. النتح
ج. البناء الضوئي
د. تثبيت النيتروجين

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 23

زيادة السيتوكينين في الوسط الغذائي تؤدي إلى:

أ. زيادة البراعم ✅
ب. زيادة السكون
ج. زيادة النضج
د. زيادة الإجهاد

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :التنبؤ بالاستجابة

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 24

عند الرغبة في إنتاج عدد كبير من الأفرع في زراعة الأنسجة يتم زيادة:

أABA .
ب. الجبريللينات
ج. السيتوكينين ✅
د. الإيثيلين

الإجابة الصحيحة :ج

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :حل المشكلات الزراعية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 25

السكون في البذور يرتبط بشكل أساسي بوجود:

أ ✅ ABA .
بAuxin .
جCytokinin .
دEthylene .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة

هدف التعلم LO2 **:**

مخرج التعلم K1 **:**

السؤال 26

إذا زادت الجبريللينات وانخفض ABA فإن النتيجة المتوقعة هي:

أ. زيادة السكون
ب. بدء الإنبات ✅
ج. توقف النمو
د. غلق الثغور

الإجابة الصحيحة : ب

مستوى بلوم : التحليل

المهارة المقاسة : تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلم LO2 **:**

مخرج التعلم I1 **:**

السؤال 27

من فوائد التحكم في السكون:

أ. تنظيم موعد الإنبات ✅
ب. زيادة النتح
ج. خفض النمو الخضري
د. تقليل الجذور

الإجابة الصحيحة : أ

مستوى بلوم : التطبيق

المهارة المقاسة : توظيف المعرفة الزراعية

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم P1 **:**

السؤال 28

أي مما يلي يشارك في تنظيم السيادة القمية؟

أ ✅ Auxin + Strigolactone .
ب ABA + GA .
ج BR + ABA .
د Ethylene + GA .

الإجابة الصحيحة : أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير الوظائف الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 29

السيادة القمية تؤدي غالباً إلى:

أ. تقليل نمو البراعم الجانبية ✅
ب. زيادة النتح
ج. زيادة السكون
د. زيادة الإنبات

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير الظواهر النباتية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 30

يستخدم الإيثيلين لزيادة تجانس نضج الثمار من أجل:

أ. التسويق ✅
ب. التلقيح
ج. الإخصاب
د. الإنبات

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :الربط بالتطبيق الزراعي

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 31

أي الهرمونات التالية يقلل فقد الماء؟

أ✅ ABA .
بCytokinin .

ج Auxin .
د GA .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :ربط الهرمون بوظيفته

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم K1 **:**

السؤال 32

الاستجابة للجفاف ترتبط بصورة مباشرة بتأثير:

أ ✅ ABA .
ب GA .
ج Auxin .
د Cytokinin .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير الاستجابات البيئية

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم P1 **:**

السؤال 33

أي الهرمونات يحسن استطالة الخلايا؟

أ ✅ BR .
ب ABA .
ج Ethylene .
د Strigolactone .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم K1 **:**

السؤال 34

تعزيز النمو الخضري ينتج عن التداخل بين:

أ✅ BR + Auxin .
بABA + GA .
جEthylene + ABA .
دCytokinin + ABA .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 35

أي مما يلي يعد مثالاً لتطبيق التداخل الهرموني؟

أ. تحسين الإنتاج الزراعي✅
ب. تحليل التربة
ج. الري بالتنقيط
د. الحرث

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 36

من التطبيقات المباشرة للتداخل الهرموني:

أ. التحكم في الإنبات✅
ب. تحديد نوع التربة
ج. قياس الرطوبة
د. مكافحة الحشائش

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 37

من التطبيقات المباشرة للتداخل الهرموني أيضاً:

أ. التحكم في التجذير ✅
ب. تحديد الصنف
ج. تجهيز الأرض
د. الحصاد

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 38

التفرع النباتي يعد مثالاً على تداخل:

أ Auxin .و ✅ Strigolactone
ب GA .وABA
ج GA .وCytokinin
د BR .وABA

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 39

أي التداخلات التالية ينظم السكون والإنبات؟

أ ✅ GA ↔ ABA .
ب Auxin + Ethylene .
ج BR + Auxin .
د Cytokinin + Ethylene .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 40

أي التداخلات التالية يرتبط بنضج الثمار؟

أ✅ Ethylene + Auxin .
بABA + GA .
جBR + ABA .
دCytokinin + ABA .

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

بالطبع، وفيما يلي **الأسئلة من 41 إلى 100** بنفس **القالب التفصيلي المستخدم في الأسئلة 1-40** بحيث يحتوي كل سؤال على: السؤال، البدائل، الإجابة الصحيحة، مستوى بلوم، المهارة المقاسة، هدف التعلم، ومخرج التعلم.

السؤال 41

يساعد تنظيم التفرع النباتي على:

أ. تنظيم الشكل الخضري للنبات ✅
ب. زيادة ملوحة التربة
ج. تقليل عدد الأوراق
د. زيادة السكون

الإجابة الصحيحة :أ. تنظيم الشكل الخضري للنبات

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الهرمونية في التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 42

يستخدم التداخل الهرموني للتحكم في:

أ. الإنبات ✅
ب. نوع التربة
ج. نوع السماد
د. تركيب البذور

الإجابة الصحيحة :أ. الإنبات

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 43

من العمليات التي يمكن التحكم فيها بواسطة التداخل الهرموني:

أ. التجذير ✅
ب. لون التربة
ج. عمق الحرث
د. ملوحة المياه

الإجابة الصحيحة :أ. التجذير

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 44

يساعد التداخل الهرموني في التحكم في:

أ. نضج الثمار ✅
ب. حجم البذور فقط
ج. نوع المحصول
د. لون الثمار

الإجابة الصحيحة :أ. نضج الثمار

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 45

أحد تطبيقات التداخل الهرموني هو التحكم في:

أ. التفرع النباتي ✅
ب. نوع الري
ج. خصوبة التربة
د. نسبة الرمال

الإجابة الصحيحة :أ. التفرع النباتي

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :ربط المعرفة بالتطبيق

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 46

عند تعرض النبات للجفاف يزداد الاعتماد على تأثير:

أ✅ ABA .
بGA .
جCytokinin .
دAuxin .

الإجابة الصحيحة :أABA .

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الاستجابات البيئية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 47

زيادة السيتوكينين تؤدي غالباً إلى:

أ. زيادة البراعم ✅
ب. زيادة السكون
ج. زيادة الجفاف
د. زيادة الانفصال

الإجابة الصحيحة :أ. زيادة البراعم

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :التنبؤ بالاستجابة النباتية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 48

زيادة الأوكسين تؤدي إلى:

أ. زيادة الجذور ✅
ب. زيادة السكون
ج. زيادة النضج
د. زيادة غلق الثغور

الإجابة الصحيحة :أ. زيادة الجذور

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة العلمية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 49

إذا ارتفع مستوى ABA فإن النتيجة المتوقعة هي:

أ. المحافظة على السكون ✅
ب. زيادة الإنبات
ج. زيادة التفرع
د. زيادة النمو الخضري

الإجابة الصحيحة :أ. المحافظة على السكون

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :تحليل الاستجابة الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 50

إذا ارتفع مستوى الجبريللينات فإن النتيجة المتوقعة هي:

أ. زيادة الإنبات ✅
ب. زيادة السكون
ج. تقليل النمو
د. غلق الثغور

الإجابة الصحيحة :أ. زيادة الإنبات

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 51

أفضل وصف للتداخل الهرموني هو:

أ. شبكة تنظيمية متكاملة ✅
ب. تأثير هرمون منفرد
ج. عملية تنفس
د. عملية امتصاص

الإجابة الصحيحة :أ. شبكة تنظيمية متكاملة

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل المفاهيم المتقدمة

هدف التعلمLO1 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 52

معظم الاستجابات النباتية تنتج عن:

أ. تفاعل عدة هرمونات ✅
ب. هرمون واحد فقط
ج. الضوء وحده
د. الماء وحده

الإجابة الصحيحة :أ. تفاعل عدة هرمونات

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير المفاهيم

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 53

نجاح زراعة الأنسجة يعتمد بصورة كبيرة على:

أ. التوازن الهرموني ✅
ب. نوع الوعاء فقط
ج. كمية الماء فقط
د. التهوية فقط

الإجابة الصحيحة :أ. التوازن الهرموني

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات العملية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 54

يساهم فهم العلاقات الهرمونية في:

أ. تحسين الإنتاج الزراعي ✅
ب. زيادة ملوحة التربة
ج. تقليل المساحة الزراعية
د. خفض النمو

الإجابة الصحيحة :أ. تحسين الإنتاج الزراعي

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 55

تكوين الأعضاء في زراعة الأنسجة يعتمد على:

أ. العلاقة بين الأوكسين والسيتوكينين ✅
ب. شدة الضوء فقط
ج. كمية السكر فقط
د. كمية الماء فقط

الإجابة الصحيحة :أ. العلاقة بين الأوكسين والسيتوكينين

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات العملية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 56

يساعد ABA في:

أ. ترشيد استهلاك الماء ✅
ب. زيادة النتح
ج. زيادة السكون الزائد
د. زيادة التفرع

الإجابة الصحيحة :أ. ترشيد استهلاك الماء

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الاستجابات البيئية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 57

أهمية الإيثيلين بعد الحصاد تتمثل في:

أ. تنظيم النضج ✅
ب. زيادة السكون
ج. تكوين الجذور
د. زيادة البراعم

الإجابة الصحيحة :أ. تنظيم النضج

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 58

يرتبط تنظيم التفرعات النباتية بصورة كبيرة بـ:

أ ✅ Strigolactones .
بABA .

ج GA .
د BR .

الإجابة الصحيحة :أ Strigolactones .

مستوى بلوم :التذكر Remembering

المهارة المقاسة :ربط الهرمون بوظيفته

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم K1 :

السؤال 59

ترتبط البراسينوستيرويدات أساساً ب:

أ. تعزيز النمو الخضري ✅
ب. السكون
ج. الإنبات فقط
د. غلق الثغور

الإجابة الصحيحة :أ. تعزيز النمو الخضري

مستوى بلوم :التذكر Remembering

المهارة المقاسة :معرفة الوظائف الهرمونية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم K1 :

السؤال 60

تحدد نسبة ABA إلى:GA

أ. حالة البذرة من حيث السكون أو الإنبات ✅
ب. لون الأزهار
ج. عدد الأوراق
د. نوع الجذور

الإجابة الصحيحة :أ. حالة البذرة من حيث السكون أو الإنبات

مستوى بلوم :التحليل Analyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 60

تحدد نسبة ABA إلى الجبريللينات:

أ. لون الأزهار
ب. حالة البذرة من حيث السكون أو الإنبات ✅
ج. عدد الأوراق
د. نوع الجذور

الإجابة الصحيحة :ب. حالة البذرة من حيث السكون أو الإنبات

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 61

أي الهرمونات التالية يحفز الإنبات؟

أABA .
ب. الجبريللينات ✅
ج. الإيثيلين
د. السيتوكينين

الإجابة الصحيحة :ب. الجبريللينات

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :ربط الهرمون بوظيفته

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 62

أي الهرمونات التالية يحافظ على سكون البذور؟

أ✅ ABA .
ب. الجبريللينات
ج. الأوكسين
د. البراسينوستيرويدات

الإجابة الصحيحة :أABA .

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة العلمية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 63

الهرمون الأكثر ارتباطاً بنضج الثمار هو:

أ. الإيثيلين ✅
بABA .
ج. السيتوكينين
د. البراسينوستيرويدات

الإجابة الصحيحة :أ. الإيثيلين

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :ربط الهرمون بوظيفته

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 64

أي الهرمونات التالية يزيد من تكوين الجذور؟

أ. الأوكسين ✅
بABA .
ج. الإيثيلين
د. السيتوكينين

الإجابة الصحيحة :أ. الأوكسين

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 65

أي الهرمونات التالية يزيد من تكوين البراعم الخضرية؟

أ. السيتوكينين ✅
بABA .
ج. الإيثيلين
د. الجبريللينات

الإجابة الصحيحة :أ. السيتوكينين

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم K1 **:**

السؤال 66

تحسين تحمل النبات للجفاف يرتبط بصورة مباشرة بـ:

أ ✅ ABA .
ب. الأوكسين
ج. السيتوكينين
د. الجبريللينات

الإجابة الصحيحة : أ ABA .

مستوى بلوم : الفهم Understanding

المهارة المقاسة : تفسير الاستجابات البيئية

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم P1 **:**

السؤال 67

تعزيز النمو الخضري يرتبط بصورة كبيرة بـ:

أ. البراسينوستيرويدات ✅
ب ABA .
ج. الستريجولاكتونات
د. الإيثيلين

الإجابة الصحيحة : أ. البراسينوستيرويدات

مستوى بلوم : التذكر Remembering

المهارة المقاسة : معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم K1 **:**

السؤال 68

السيادة القمية ترتبط بصورة كبيرة بـ:

أ. الأوكسين ✅
ب ABA .
ج. الإيثيلين
د. الجبريللينات

الإجابة الصحيحة : أ. الأوكسين

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الوظائف الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 69

أي الهرمونات التالية يرتبط بتنظيم التفرعات النباتية؟

أ. الستريجولاكتونات ✅
ب. البراسينوستيرويدات
ج. الجبريللينات
دABA .

الإجابة الصحيحة :أ. الستريجولاكتونات

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الوظائف الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 70

التحكم في السكون والإنبات يعتمد على:

أ ABA .والجبريللينات ✅
ب. الأوكسين والإيثيلين
ج. السيتوكينين والإيثيلين
د. البراسينوستيرويدات وABA

الإجابة الصحيحة :أ ABA .والجبريللينات

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 71

تكوين الجذور والأفرع في زراعة الأنسجة يعتمد على التداخل بين:

أ. الأوكسين والسيتوكينين ✅
ب ABA .والجبريللينات

ج. الإيثيلين وABA
د. البراسينوستيرويدات والإيثيلين

الإجابة الصحيحة :أ. الأوكسين والسيتوكينين

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات العملية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 72

يرتبط نضج الثمار والانفصال بالتداخل بين:

أ. الإيثيلين والأوكسين ✅
ب ABA .والجبريللينات
ج. الأوكسين والسيتوكينين
د. البراسينوستيرويدات وABA

الإجابة الصحيحة :أ. الإيثيلين والأوكسين

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 73

يعزز النمو الخضري التداخل بين:

أ. البراسينوستيرويدات والأوكسين ✅
ب ABA .والإيثيلين
ج. الجبريللينات وABA
د. السيتوكينين والإيثيلين

الإجابة الصحيحة :أ. البراسينوستيرويدات والأوكسين

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 74

الاستجابة للإجهادات البيئية ترتبط بالتداخل بين:

أ ABA .والإيثيلين ✅
ب. الأوكسين والسيتوكينين
ج. الجبريللينات والبراسينوستيرويدات
د. الأوكسين والجبريللينات

الإجابة الصحيحة :أ ABA .والإيثيلين

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 75

أي مما يلي يعد تطبيقاً مباشراً للتداخل الهرموني؟

أ. التحكم في الإنبات ✅
ب. تحديد مساحة الحقل
ج. قياس الرطوبة
د. اختيار معدات الري

الإجابة الصحيحة :أ. التحكم في الإنبات

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة العلمية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 76

أي مما يلي يعد تطبيقاً مباشراً للتداخل الهرموني؟

أ. التحكم في السكون ✅
ب. تحديد نوع التربة
ج. تحليل المياه
د. حساب الإنتاج

الإجابة الصحيحة :أ. التحكم في السكون

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة العلمية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 77

أي مما يلي يعد تطبيقاً مباشراً للتداخل الهرموني؟

أ. التحكم في التجذير ✅
ب. قياس الملوحة
ج. تحديد الكثافة النباتية
د. تحليل السماد

الإجابة الصحيحة :أ. التحكم في التجذير

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 78

أي مما يلي يعد تطبيقاً مباشراً للتداخل الهرموني؟

أ. التحكم في التفرع ✅
ب. تحديد موعد الري
ج. اختيار المبيدات
د. تقييم التربة

الإجابة الصحيحة :أ. التحكم في التفرع

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة في التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 79

أي مما يلي يعد تطبيقاً مباشراً للتداخل الهرموني؟

أ. التحكم في نضج الثمار ✅
ب. تحديد عدد النباتات
ج. تحديد نوع البذور
د. حساب الاحتياجات المائية

الإجابة الصحيحة :أ. التحكم في نضج الثمار

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :ربط المعرفة بالتطبيق الزراعي

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 80

تحسين تحمل الجفاف يعد مثالاً على:

أ. تطبيقات التداخل الهرموني ✅
ب. تطبيقات التسميد
ج. تطبيقات الري
د. تطبيقات المكافحة

الإجابة الصحيحة :أ. تطبيقات التداخل الهرموني

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة العلمية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 81

يساعد التداخل الهرموني على:

أ. رفع الإنتاجية الزراعية ✅
ب. زيادة ملوحة التربة
ج. تقليل النمو دائماً
د. تقليل الإنبات

الإجابة الصحيحة :أ. رفع الإنتاجية الزراعية

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 82

يساهم فهم التداخل الهرموني في:

أ. تحسين جودة المحاصيل ✅
ب. زيادة تآكل التربة
ج. تقليل الامتصاص
د. تقليل التمثيل الضوئي

الإجابة الصحيحة :أ. تحسين جودة المحاصيل

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 83

من فوائد التداخل الهرموني:

أ. تحسين قدرة النبات على مواجهة الإجهاد ✅
ب. زيادة فقد الماء
ج. تقليل النمو الجذري
د. تقليل الإنتاجية

الإجابة الصحيحة :أ. تحسين قدرة النبات على مواجهة الإجهاد

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التأثيرات الفسيولوجية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 84

نجاح زراعة الأنسجة يعتمد على:

أ. التوازن الهرموني ✅
ب. الماء فقط
ج. الضوء فقط
د. السكر فقط

الإجابة الصحيحة :أ. التوازن الهرموني

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات العملية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 85

تحديد العضو المتكون في زراعة الأنسجة يعتمد على:

أ. نسبة الأوكسين والسيتوكينين ✅
ب. كمية الماء فقط
ج. شدة الضوء فقط
د. درجة الحرارة فقط

الإجابة الصحيحة :أ. نسبة الأوكسين والسيتوكينين

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات العملية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 86

يقلل ABA فقد الماء من خلال:

أ. تنظيم غلق الثغور ✅
ب. زيادة النتح
ج. زيادة التفرع
د. زيادة الإنبات

الإجابة الصحيحة :أ. تنظيم غلق الثغور

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الاستجابات البيئية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 87

تحسين كفاءة النمو يرتبط بـ:

أ. البراسينوستيرويدات ✅
بABA .
ج. الإيثيلين
د. الستريجولاكتونات

الإجابة الصحيحة :أ. البراسينوستيرويدات

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 88

الإيثيلين مسؤول بصورة رئيسية عن:

أ. تنظيم النضج ✅
ب. المحافظة على السكون
ج. غلق الثغور
د. تكوين الجذور

الإجابة الصحيحة :أ. تنظيم النضج

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 89

الستريجولاكتونات ترتبط ب:

أ. تنظيم التفرع ✅
ب. نضج الثمار
ج. سكون البذور
د. غلق الثغور

الإجابة الصحيحة :أ. تنظيم التفرع

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 90

الجبريللينات ترتبط بصورة مباشرة بـ:

أ. الإنبات ✅
ب. السكون
ج. التفرع
د. النضج

الإجابة الصحيحة :أ. الإنبات

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 91

يحافظ ABA على:

أ. سكون البذور ✅
ب. نضج الثمار
ج. تكوين البراعم
د. تكوين الجذور

الإجابة الصحيحة :أ. سكون البذور

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 92

الأوكسين يرتبط بصورة رئيسية بـ:

أ. تكوين الجذور ✅
ب. سكون البذور
ج. نضج الثمار
د. غلق الثغور

الإجابة الصحيحة :أ. تكوين الجذور

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 93

السيتوكينين يرتبط بصورة رئيسية ب:

أ. تكوين البراعم ✅
ب. السكون
ج. الجفاف
د. غلق الثغور

الإجابة الصحيحة :أ. تكوين البراعم

مستوى بلوم :التذكرRemembering

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 94

العلاقة بين ABA والجبريللينات تمثل:

أ. تضاداً وظيفياً ✅
ب. تشابهاً كاملاً
ج. عدم وجود علاقة
د. استقلالاً تاماً

الإجابة الصحيحة :أ. تضاداً وظيفياً

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 95

التداخل بين الأوكسين والستريجولاكتونات يساعد في:

أ. تنظيم السيادة القمية ✅
ب. تنظيم السكون
ج. تنظيم الإنبات
د. تنظيم النضج

الإجابة الصحيحة :أ. تنظيم السيادة القمية

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التداخل الهرموني

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 96

التداخل بين الأوكسين والسيتوكينين يساعد في:

أ. تحديد نوع العضو المتكون ✅
ب. زيادة السكون
ج. زيادة الجفاف
د. تقليل النمو

الإجابة الصحيحة :أ. تحديد نوع العضو المتكون

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات العملية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 97

يستخدم الإيثيلين بعد الحصاد بهدف:

أ. تسريع نضج الثمار ✅
ب. زيادة السكون
ج. تكوين الجذور
د. زيادة البراعم

الإجابة الصحيحة :أ. تسريع نضج الثمار

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 98

يمكن استغلال ABA زراعياً في:

أ. تحسين تحمل الجفاف ✅
ب. زيادة النتح
ج. زيادة النضج
د. زيادة التفرع

الإجابة الصحيحة :أ. تحسين تحمل الجفاف

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة العلمية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 99

يمكن استغلال البراسينوستيرويدات في:

أ. تعزيز النمو الخضري ✅
ب. زيادة السكون
ج. غلق الثغور
د. تقليل النمو

الإجابة الصحيحة :أ. تعزيز النمو الخضري

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 100

التداخل الهرموني يعد أساساً مهماً في:

أ. تحسين الإنتاج الزراعي ✅
ب. زيادة الملوحة
ج. تقليل الإنتاج
د. تقليل الإنبات

الإجابة الصحيحة :أ. تحسين الإنتاج الزراعي

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

مجموعة **50سؤال صح وخطأ** بتوزيع متدرج على مستويات بلوم المختلفة.

أسئلة الصح والخطأ

أولاً: التذكر Remembering 10 أسئلة

السؤال 1

التداخل الهرموني هو التفاعل بين هرمونين أو أكثر داخل النبات.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع المصطلحات العلمية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 2

الإيثيلين هو الهرمون الأكثر ارتباطاً بنضج الثمار.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 3

ABAهو الهرمون المسؤول عن المحافظة على سكون البذور.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 4

الجبريللينات تحفز الإنبات.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :معرفة الوظائف الهرمونية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 5

السيتوكينين يرتبط بتكوين البراعم الخضرية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 6

الأوكسين يرتبط بتكوين الجذور العرضية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 7

الستريجولاكتونات تشارك في تنظيم التفرع النباتي.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 8

البراسينوستيرويدات تعزز النمو الخضري.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :معرفة وظائف الهرمونات

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 9

التوازن بين الأوكسين والسيتوكينين مهم في زراعة الأنسجة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع الحقائق العلمية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 10

ABAيساعد على غلق الثغور.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التذكر

المهارة المقاسة :استرجاع المعرفة العلمية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

ثانياً: الفهم والتفسير Understanding & Interpreting 15 سؤالاً

السؤال 11

معظم الاستجابات النباتية ناتجة عن تفاعل عدة هرمونات وليس هرموناً واحداً فقط.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير المفاهيم

هدف التعلمLO1 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 12

أهمية التداخل الهرموني ترجع إلى دوره في تنظيم النمو والتطور النباتي.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير الأهمية الحيوية

هدف التعلمLO1 **:**

مخرج التعلمK1 **:**

السؤال 13

زيادة الأوكسين مقارنة بالسيتوكينين تؤدي إلى زيادة تكوين الجذور.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 14

زيادة السيتوكينين مقارنة بالأوكسين تشجع تكوين البراعم والأفرع.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير التأثيرات الهرمونية

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 15

غلق الثغور يساعد النبات على تقليل فقد الماء أثناء الجفاف.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : التفسير

المهارة المقاسة : تفسير الظواهر الفسيولوجية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 16

يمكن استغلال الإيثيلين في توحيد درجة نضج الثمار قبل التسويق.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : الفهم

المهارة المقاسة : تفسير التطبيقات الزراعية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 17

التداخل بين ABA والإيثيلين يشارك في استجابة النبات للإجهادات البيئية.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : الفهم

المهارة المقاسة : تفسير العلاقات الهرمونية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 18

السيادة القمية ترتبط بتأثير الأوكسين والستريجولاكتونات معاً.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : الفهم

المهارة المقاسة : تفسير الوظائف الفسيولوجية

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 19

لا توجد علاقة بين الأوكسين والسيتوكينين في زراعة الأنسجة.

الإجابة ✗ :

مستوى بلوم : الفهم

المهارة المقاسة : تفسير العلاقات الهرمونية

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 20

التداخل الهرموني لا يؤثر في الإنتاج الزراعي.

الإجابة ✗ :

مستوى بلوم : الفهم

المهارة المقاسة : تفسير الأهمية التطبيقية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

ثالثاً: التطبيق Applying 10 أسئلة

السؤال 21

عند الرغبة في زيادة التجذير يفضل رفع مستوى الأوكسين.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 22

عند الرغبة في زيادة عدد الأفرع يفضل رفع مستوى السيتوكينين.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :حل المشكلات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 23

يمكن استخدام الإيثيلين لتسريع نضج الثمار بعد الحصاد.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 24

يمكن استخدام فهم العلاقة بين ABA و GAللتحكم في موعد الإنبات.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :تطبيق المعرفة الهرمونية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 25

تحسين تحمل الجفاف لا يرتبط بالتطبيقات الهرمونية.

الإجابة ✗ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الزراعية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 26

يمكن توظيف التداخل الهرموني لتحسين برامج زراعة الأنسجة.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :تطبيق المعرفة العملية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 27

رفع الأوكسين مع خفض السيتوكينين يساعد في إنتاج شتلات ذات جذور قوية.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :تطبيق المفاهيم العلمية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 28

الإيثيلين لا يستخدم في إدارة معاملات ما بعد الحصاد.

الإجابة ✗ :

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :الربط بين النظرية والتطبيق

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم P1 **:**

السؤال 29

يمكن استغلال ABA للمساعدة في تقليل فقد الماء تحت ظروف الجفاف.

الإجابة ✓ **:**

مستوى بلوم : التطبيق

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم P1 **:**

السؤال 30

يمكن استخدام النسب الهرمونية المختلفة لتحديد نوع العضو المتكون في زراعة الأنسجة.

الإجابة ✓ **:**

مستوى بلوم : التطبيق

المهارة المقاسة : حل المشكلات

هدف التعلم LO3 **:**

مخرج التعلم P1 **:**

رابعاً: التحليل والاستنتاج Analyzing & Inferring 7 أسئلة

السؤال 31

التضاد بين ABA والجبريللينات يفسر إمكانية التحكم في السكون والإنبات.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التحليل

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 32

إذا زادت الجبريللينات مع انخفاض ABA فمن المتوقع استمرار السكون.

الإجابة✗ :

مستوى بلوم :الاستنتاج

المهارة المقاسة :استنتاج النتائج الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 33

يشير نجاح تكوين الجذور في زراعة الأنسجة إلى سيادة تأثير الأوكسين.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :الاستنتاج

المهارة المقاسة :استنتاج الاستجابات النباتية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 34

ازدياد الأفرع الجانبية قد يدل على زيادة تأثير السيتوكينين مقارنة بالأوكسين.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :الاستنتاج

المهارة المقاسة :تفسير النتائج الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 35

ارتفاع قدرة النبات على مقاومة الجفاف قد يشير إلى فعالية.ABA

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :الاستنتاج

المهارة المقاسة :ربط الملاحظات بالآليات الفسيولوجية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 36

وجود تداخل بين عدة هرمونات يجعل تفسير الاستجابات النباتية أكثر دقة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التحليل

المهارة المقاسة :تحليل الأنظمة التنظيمية

هدف التعلمLO1 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 37

السيادة القمية يمكن تفسيرها بتفاعل أكثر من هرمون وليس هرموناً واحداً فقط.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التحليل

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات المتبادلة

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

خامساً: التقييم Evaluating 13 سؤالاً

السؤال 38

فهم التداخل الهرموني يعد مهماً لتحسين الإنتاج الزراعي.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

المهارة المقاسة :تقدير الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 39

التداخل الهرموني يمثل أداة مهمة في الزراعة الحديثة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

المهارة المقاسة :تقييم القيمة التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 40

الاعتماد على هرمون واحد فقط كافٍ لتفسير جميع الظواهر النباتية.

الإجابة✗ :

مستوى بلوم :التقييم

المهارة المقاسة :الحكم على صحة العبارات العلمية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 41

توظيف التداخل الهرموني يمكن أن يرفع كفاءة برامج الإكثار النباتي.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 42

دراسة العلاقات الهرمونية غير ضرورية لفهم النمو النباتي.

الإجابة ☓ :

مستوى بلوم : التقييم

هدف التعلم LO1 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 43

التوازن بين الأوكسين والسيتوكينين يعد عنصراً حاسماً في زراعة الأنسجة.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : التقييم

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 44

استخدام الإيثيلين في مرحلة ما بعد الحصاد له قيمة اقتصادية زراعية.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : التقييم

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 45

ABA لا يملك أهمية عملية في إدارة الجفاف.

الإجابة ☓ :

مستوى بلوم : التقييم

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 46

التداخل الهرموني يسهم في تحسين جودة المحاصيل الزراعية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 47

التحكم الهرموني في الإنبات يعد من التطبيقات المهمة في الزراعة الحديثة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 48

التداخل الهرموني يساعد على زيادة قدرة النبات على مواجهة الإجهادات البيئية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 49

يمكن اعتبار التداخل الهرموني أساساً لتحسين الإنتاجية الزراعية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 50

يمثل التداخل الهرموني أحد أهم المفاهيم التي تدعم الزراعة الحديثة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييم

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية العلمية والتطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

ممتاز. لإثراء بنك الأسئلة وتحقيق التوازن الأكاديمي في **مستويات بلوم العليا Higher Order Thinking Skills**، أقترح إضافة المجموعة التالية من **أسئلة التحليل Analyzing** و**التقييم Evaluating**.

أسئلة التحليلAnalyzing

السؤال 51

إذا ازدادت نسبة الأوكسين إلى السيتوكينين في وسط زراعة الأنسجة، فمن المتوقع زيادة تكوين الجذور.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل أثر التغير في النسب الهرمونية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 52

إذا انخفض مستوى ABA وارتفع مستوى الجبريللينات، فمن المتوقع استمرار سكون البذور.

الإجابة✗ :

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الهرمونية المتضادة

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 53

يشير تكوين عدد كبير من البراعم الخضرية في زراعة الأنسجة إلى سيادة تأثير السيتوكينين.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل النتائج الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 54

يمكن تفسير زيادة قدرة النبات على تحمل الجفاف بزيادة فعالية ABA في الأنسجة النباتية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل الاستجابات البيئية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 55

العلاقة بين ABA والجبريللينات أثناء الإنبات تمثل مثالاً على التكامل الهرموني.

الإجابة ✗ :

مستوى بلوم : التحليل Analyzing

المهارة المقاسة : التمييز بين التكامل والتضاد الهرموني

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 56

تنظيم السيادة القمية ينتج عن تأثير أكثر من هرمون نباتي وليس هرموناً واحداً فقط.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : التحليل Analyzing

المهارة المقاسة : تحليل التداخلات الهرمونية

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 57

يعكس نجاح استخدام الإيثيلين بعد الحصاد أهمية التداخل الهرموني في التطبيقات الزراعية.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : التحليل Analyzing

المهارة المقاسة : تحليل التطبيقات العملية

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 58

إذا زاد تكوين الجذور مع انخفاض تكوين البراعم، فإن ذلك قد يدل على ارتفاع نسبة الأوكسين مقارنة بالسيتوكينين.

الإجابة ✓ :

مستوى بلوم : التحليل Analyzing

المهارة المقاسة : استنتاج العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 59

يمكن تحليل نجاح برامج الإكثار الدقيق للنباتات من خلال دراسة التوازن بين الأوكسين والسيتوكينين.

الإجابة✓ **:**

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 60

توضح ظاهرة التفرع النباتي أن الهرمونات النباتية تعمل بصورة مستقلة تماماً عن بعضها البعض.

الإجابة✗ **:**

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل المفاهيم الفسيولوجية

هدف التعلمLO1 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

أسئلة التقييمEvaluating

السؤال 61

يعد فهم التداخل الهرموني ضرورياً لتحسين كفاءة الإنتاج الزراعي.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 62

يمكن اعتبار التحكم في النسب الهرمونية أكثر أهمية من الاعتماد على هرمون منفرد في زراعة الأنسجة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :الحكم على فعالية التطبيقات الهرمونية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 63

توظيف الإيثيلين في تنظيم نضج الثمار يعد من التطبيقات الزراعية ذات القيمة الاقتصادية العالية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الجدوى الزراعية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 64

يمكن اعتبار ABA أحد أهم الهرمونات المستخدمة بصورة غير مباشرة في إدارة إجهاد الجفاف.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم فعالية الهرمونات النباتية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 65

ليس للتداخل بين الأوكسين والسيتوكينين أهمية تذكر في برامج زراعة الأنسجة الحديثة.

الإجابة✗ **:**

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :إصدار الأحكام العلمية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 66

يمكن اعتبار التداخل بين ABA والجبريللينات أساساً للتحكم في السكون والإنبات في العديد من التطبيقات الزراعية.

الإجابة✓ **:**

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 67

يسهم التداخل الهرموني في تطوير أساليب الزراعة الحديثة وتحسين جودة المحاصيل.

الإجابة✓ **:**

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأثر الزراعي

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 68

يمكن الحكم على نجاح برنامج تحسين تحمل الجفاف من خلال فعالية الاستجابات المرتبطة بـ ABA.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم كفاءة التطبيقات الهرمونية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 69

التداخل الهرموني يمثل أحد الأسس العلمية التي تستند إليها الزراعة المستدامة الحديثة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية الإستراتيجية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 70

يمكن اعتبار التداخل الهرموني عنصراً غير ضروري لفهم النمو والتطور النباتي.

الإجابة☓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :الحكم على صحة العبارات العلمية

هدف التعلمLO1 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

توزيع هذه المجموعة

مستوى بلوم	**عدد الأسئلة**
التحليلAnalyzing	10
التقييمEvaluating	10
الإجمالي	20

هذه المجموعة مناسبة جداً لإدراجها في نهاية المحاضرة تحت عنوان **"أسئلة التفكير العليا Higher Order Thinking Skills - HOTS"** لأنها تقيس التحليل والتقييم بصورة واضحة وتدعم متطلبات الجودة والاعتماد الأكاديمي.

لإثراء المحاضرة ورفع مستوى التفكير لدى الطلاب، يفضل إضافة **أسئلة تطبيقية Applying** و**حل مشكلات زراعية Problem Solving** بحيث يطلب من الطالب توظيف المعرفة الهرمونية في مواقف واقعية.

أسئلة تطبيقيةApplying

السؤال 1

أراد أحد الباحثين زيادة نسبة نجاح تجذير العقل النباتية داخل المشتل. أي المعاملات الهرمونية التالية تعد الأنسب؟

أ. زيادةABA
ب. زيادة الإيثيلين
ج. زيادة الأوكسين ✅
د. زيادة السيتوكينين

الإجابة الصحيحة :ج. زيادة الأوكسين

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :حل المشكلات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 2

في مزرعة لإنتاج الشتلات تمت ملاحظة ضعف تكوين الجذور وقلة التجذير. أي تعديل هرموني يمكن أن يحسن هذه المشكلة؟

أ. خفض الأوكسين
ب. زيادة السيتوكينين
ج. زيادة الأوكسين ✅
د. زيادةABA

الإجابة الصحيحة :ج. زيادة الأوكسين

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 3

أراد فني زراعة الأنسجة الحصول على أكبر عدد من البراعم الخضرية، فبأي اتجاه يجب تعديل الوسط الغذائي؟

أ. زيادة السيتوكينين ✅
ب. زيادةABA
ج. زيادة الإيثيلين
د. زيادة الجبريللينات فقط

الإجابة الصحيحة :أ. زيادة السيتوكينين

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :اتخاذ القرار العلمي

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 4

تم تخزين دفعة من البذور لفترة طويلة، وكان الهدف منع الإنبات المبكر أثناء التخزين. أي هرمون يكون أكثر أهمية؟

أ Auxin .
ب Cytokinin .
ج ✅ ABA .
د Ethylene .

الإجابة الصحيحة :ج ABA .

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة في موقف عملي

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 5

إذا أراد المزارع تسريع إنبات البذور المتأخرة في الإنبات، فأي الهرمونات أكثر فائدة؟

أ ABA .
ب ✅ GA .
ج Ethylene .
د Strigolactone .

الإجابة الصحيحة :ب GA .

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :حل المشكلات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 6

واجه مزارع مشكلة عدم تجانس نضج الثمار قبل التسويق. ما الهرمون الأنسب لحل المشكلة؟

أ Cytokinin .
ب ABA .
ج ✅ Ethylene .
د Auxin .

الإجابة الصحيحة :ج Ethylene .

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :ربط المعرفة بالتطبيق الزراعي

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 7

تعرض محصول لفترة جفاف طويلة، وأراد الباحث تقليل فقد الماء من النبات. أي الهرمونات الآتية يساعد على ذلك؟

أ GA .
ب ✅ ABA .
ج Cytokinin .
د Auxin .

الإجابة الصحيحة :ب ABA .

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :تطبيق المعرفة الفسيولوجية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 8

لوحظ ظهور عدد قليل من الأفرع الجانبية في نباتات زراعة الأنسجة. ما أفضل تعديل هرموني متوقع؟

أ. زيادة السيتوكينين ✅
ب. زيادةABA
ج. زيادة الإيثيلين
د. خفض الأوكسين فقط

الإجابة الصحيحة :أ. زيادة السيتوكينين

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :تشخيص المشكلات الزراعية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 9

إذا كان الهدف تنظيم السيادة القمية وتقليل التفرعات الجانبية، فأي تداخل هرموني يكون الأكثر ارتباطاً بذلك؟

أ. ABA + GA
ب ✅ . Auxin + Strigolactone
ج. Ethylene + ABA
د. BR + Auxin

الإجابة الصحيحة :ب. Auxin + Strigolactone

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة في المواقف العملية

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 10

أراد أحد المنتجين زيادة النمو الخضري للنباتات خلال المراحل الأولى للنمو. أي تداخل هرموني يعد الأنسب؟

أ. ABA + Ethylene
ب. Auxin + Strigolactone
ج ✅ . BR + Auxin
د. ABA + GA

الإجابة الصحيحة :ج. BR + Auxin

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :اختيار المعاملة المناسبة

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

أسئلة تطبيقية متقدمة استنتاج + تطبيق

السؤال 11

في مزرعة نسيجية أدى تعديل التركيب الهرموني إلى زيادة تكوين الجذور وانخفاض عدد البراعم. ماذا تستنتج؟

أ. زيادة السيتوكينين
ب. زيادة الأوكسين ✅
ج. زيادةABA
د. زيادة الإيثيلين

الإجابة الصحيحة :ب. زيادة الأوكسين

مستوى بلوم :الاستنتاجInferring

المهارة المقاسة :استنتاج العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 12

إذا لوحظ أن البذور ما زالت في حالة سكون رغم توافر الظروف المناسبة للإنبات، فأقرب تفسير هو:

أ. ارتفاع ABA مقارنة بالجبريللينات ✅
ب. ارتفاع السيتوكينين
ج. ارتفاع الإيثيلين
د. ارتفاع البراسينوستيرويدات

الإجابة الصحيحة :أ. ارتفاع ABA مقارنة بالجبريللينات

مستوى بلوم :الاستنتاج

المهارة المقاسة :تفسير النتائج الفسيولوجية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 13

تمكنت النباتات من تقليل فقد الماء بشكل واضح أثناء الجفاف. أي الاستنتاجات التالية هو الأكثر منطقية؟

أ. انخفاضABA
ب. زيادة ✅ ABA
ج. انخفاض الأوكسين
د. زيادة السيتوكينين

الإجابة الصحيحة :ب. زيادةABA

مستوى بلوم :الاستنتاج

المهارة المقاسة :استنتاج الآليات الفسيولوجية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 14

إذا نجح برنامج زراعي في توحيد نضج الثمار قبل التسويق، فما الهرمون المرجح استخدامه؟

أ✅ Ethylene .
بABA .
جCytokinin .
دStrigolactone .

الإجابة الصحيحة :أEthylene .

مستوى بلوم :الاستنتاج

المهارة المقاسة :ربط النتائج بالمسببات

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 15

أي تطبيق مما يلي يمثل أفضل استغلال عملي للتداخل الهرموني في الزراعة الحديثة؟

أ. التحكم في الإنبات والتجذير ونضج الثمار وتحمل الجفاف ✅
ب. تحديد نوع التربة فقط
ج. قياس ملوحة المياه فقط
د. تحليل العناصر المعدنية فقط

الإجابة الصحيحة :أ

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم التطبيقات الزراعية المتكاملة

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

هذه المجموعة 15 سؤالاً مناسبة لإضافتها بعد أسئلة الـ MCQ التقليدية لأنها ترفع وزن **التطبيق والاستنتاج والتقييم** وتحقق متطلبات الاعتماد الأكاديمي بصورة أفضل.

في ملف المقرر يفضل أن تكون أسئلة **التقييم Evaluating** ليست مجرد استرجاع معلومات، بل تتطلب إصدار حكم، تقدير أهمية، مقارنة قيمة تطبيقية، أو تقييم فعالية استخدام التداخلات الهرمونية في الزراعة. لذلك أضيف لك **20سؤال صح وخطأ تقييمي** يمكن إدراجها ضمن أسئلة التفكير العليا HOTS.

أسئلة تقييميةEvaluating

السؤال 71

يمكن اعتبار فهم التداخل الهرموني عاملاً أساسياً في تحسين كفاءة الإنتاج الزراعي.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 72

الاعتماد على دراسة هرمون منفرد أكثر فاعلية من دراسة التداخلات الهرمونية في تفسير النمو النباتي.

الإجابة✗ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :إصدار الأحكام العلمية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 73

يعد التحكم في العلاقة بين ABA والجبريللينات وسيلة فعالة لإدارة السكون والإنبات.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم فعالية التطبيقات الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 74

يمكن اعتبار زراعة الأنسجة من أهم التطبيقات التي توضح القيمة العملية للتداخل الهرموني.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم التطبيقات العملية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 75

لا تمثل النسبة بين الأوكسين والسيتوكينين أهمية كبيرة في نجاح برامج الإكثار الدقيق.

الإجابة✗ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :الحكم على أهمية العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 76

يعد استخدام الإيثيلين بعد الحصاد ذا قيمة اقتصادية للمزارعين وشركات التسويق الزراعي.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الجدوى الاقتصادية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 77

يمكن اعتبار ABA من أهم الهرمونات المرتبطة بزيادة قدرة النبات على مواجهة الجفاف.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الدور الفسيولوجي

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 78

التداخل الهرموني لا يمثل إضافة حقيقية إلى برامج تحسين المحاصيل الحديثة.

الإجابة ☓ **:**

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :إصدار الأحكام العلمية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 79

يسهم التداخل الهرموني في رفع جودة المنتجات الزراعية بجانب زيادة الإنتاجية.

الإجابة✓ **:**

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأثر الزراعي

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 80

يمكن اعتبار تنظيم التفرع النباتي أحد التطبيقات المهمة للتداخل الهرموني في إدارة النمو الخضري.

الإجابة✓ **:**

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم التطبيقات الفسيولوجية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 81

فهم التداخل بين الأوكسين والستريجولاكتونات يساعد في اتخاذ قرارات أفضل لإدارة شكل النبات.

الإجابة✓ **:**

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم القرارات الزراعية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 82

الاستفادة من التداخلات الهرمونية أقل أهمية من فهم وظائف الهرمونات بصورة منفردة.

الإجابة ✗ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :المقارنة وإصدار الحكم

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 83

يمكن اعتبار التداخل الهرموني أساساً لنجاح العديد من تقنيات الزراعة الحيوية الحديثة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية الإستراتيجية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 84

يسهم التحكم في النضج بواسطة الإيثيلين في تقليل الفاقد بعد الحصاد.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم النتائج التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 85

يمكن اعتبار التداخل الهرموني أداة فعالة لتحسين كفاءة استخدام الموارد المائية تحت ظروف الجفاف.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الحلول الزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 86

التحكم في السكون والإنبات يمثل إحدى أهم الفوائد العملية لفهم التداخل الهرموني.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 87

يمكن الاستغناء عن دراسة التداخلات الهرمونية عند تفسير الاستجابات النباتية المعقدة.

الإجابة✗ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :الحكم على صحة العبارات العلمية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 88

يساعد فهم التداخل الهرموني الباحثين على تطوير حلول أكثر كفاءة للمشكلات الزراعية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم القيمة البحثية والتطبيقية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 89

يمكن اعتبار التداخل بين ABA والإيثيلين مهماً في تحسين قدرة النبات على مواجهة الإجهادات البيئية.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم العلاقات الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 90

يمثل التداخل الهرموني أحد الركائز العلمية التي تدعم الزراعة الحديثة المستدامة.

الإجابة✓ :

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية العلمية والزراعية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

ملحوظة للاعتماد الأكاديمي

للحصول على توزيع متوازن لمستويات بلوم في بنك الأسئلة النهائي + MCQ صح وخطأ، يُنصح بأن تكون النسب التقريبية:

- التذكر: 25%
- الفهم والتفسير: 30%
- التطبيق: 20%
- التحليل والاستنتاج: 15%
- التقييم: 10%

هذا يحقق متطلبات الجودة ويضمن وجود أسئلة تفكير عليا HOTS بصورة واضحة داخل المحاضرة.

أسئلة العصف الذهنيBrainstorming Questions

س1: كيف يمكن استغلال التداخل بين الأوكسين والسيتوكينين لتحسين برامج الإكثار الدقيق للنباتات؟

الإجابة المقترحة :من خلال تعديل النسبة بين الهرمونين للحصول على جذور أو أفرع حسب الهدف من عملية الإكثار.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات الزراعية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

س2: كيف يمكن للمزارع الاستفادة من العلاقة بين ABA والجبريللينات للتحكم في موعد الإنبات؟

الإجابة المقترحة :عن طريق تنظيم الظروف التي تؤثر على نشاط الهرمونين بما يسمح بالإبقاء على السكون أو تحفيز الإنبات في الوقت المناسب.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :حل المشكلات الزراعية.

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

س3: ما النتائج المتوقعة إذا اختل التوازن بين الأوكسين والسيتوكينين في زراعة الأنسجة؟

الإجابة المقترحة :قد يتغير نوع العضو المتكون فتزداد الجذور أو الأفرع بصورة غير مرغوبة مما يؤثر في نجاح البرنامج الإنتاجي.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تفسير النتائج الفسيولوجية.

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

س4: لماذا يعد التداخل الهرموني أكثر كفاءة من الاعتماد على هرمون واحد في تنظيم النمو النباتي؟

الإجابة المقترحة :لأن العمليات الحيوية معقدة وتتطلب تنسيقاً بين عدة إشارات هرمونية لتحقيق استجابة دقيقة ومتوازنة.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل المفاهيم العلمية.

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمI1 **:**

س5: كيف يمكن استخدام الإيثيلين لتحسين عمليات ما بعد الحصاد؟

الإجابة المقترحة :من خلال تنظيم وتسريع نضج الثمار للحصول على منتجات متجانسة وجاهزة للتسويق.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :ربط المعرفة بالتطبيق الزراعي.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

س6: كيف يمكن أن يسهم ABA في تقليل تأثير الجفاف على المحاصيل الزراعية؟

الإجابة المقترحة :عن طريق تقليل فقد الماء من خلال تنظيم غلق الثغور والمحافظة على المحتوى المائي للنبات.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :توظيف المعرفة الفسيولوجية.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

س7: ما أهمية السيادة القمية للنبات من الناحية الزراعية؟

الإجابة المقترحة :تساعد في تنظيم التفرعات وتوجيه النمو بما يحقق شكلاً نباتياً مناسباً للإنتاج.

مستوى بلوم :الفهمUnderstanding

المهارة المقاسة :تفسير الوظائف الفسيولوجية.

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

س8: كيف يمكن أن تؤثر الستريجولاكتونات في تحسين إدارة المحاصيل؟

الإجابة المقترحة :من خلال التحكم في التفرع النباتي والسيادة القمية وتحسين توزيع النمو داخل النبات.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :تطبيق المعرفة العلمية.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

س9: ما الفوائد المتوقعة من تعزيز النمو الخضري باستخدام البراسينوستيرويدات؟

الإجابة المقترحة :زيادة النمو واستطالة الخلايا وتحسين كفاءة النبات وإمكانية رفع الإنتاجية.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل التأثيرات الفسيولوجية.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

س10: كيف يمكن تفسير اختلاف استجابة النباتات للظروف البيئية اعتماداً على التداخل الهرموني؟

الإجابة المقترحة :تختلف الاستجابة تبعاً لطبيعة العلاقات بين الهرمونات ومستوياتها داخل النبات أثناء التعرض للإجهاد.

مستوى بلوم :التحليلAnalyzing

المهارة المقاسة :تحليل العلاقات الفسيولوجية.

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

س11: اقترح طريقة للاستفادة من التداخل الهرموني في زيادة إنتاج الشتلات الزراعية.

الإجابة المقترحة :التحكم في نسب الأوكسين والسيتوكينين للحصول على أفضل معدل لتكوين الجذور والأفرع.

مستوى بلوم :الإبداعCreating

المهارة المقاسة :اقتراح حلول تطبيقية.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

س12: كيف يمكن استثمار معرفة التداخل الهرموني في تحسين الإنتاج الزراعي مستقبلاً؟

الإجابة المقترحة :بتطوير برامج إدارة النمو والإنبات والتجذير والنضج وتحمل الإجهادات البيئية اعتماداً على العلاقات الهرمونية.

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم التطبيقات الزراعية.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

س13: ما العلاقة بين فهم التداخل الهرموني ونجاح الزراعة الحديثة؟

الإجابة المقترحة :يساعد فهم التداخلات الهرمونية على اتخاذ قرارات دقيقة لتحسين النمو والإنتاج والجودة.

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

س14: إذا أردت زيادة نمو الجذور دون زيادة التفرعات الخضرية، فما التداخل الهرموني الذي ستركز عليه؟

الإجابة المقترحة :زيادة تأثير الأوكسين مقارنة بالسيتوكينين لتحفيز تكوين الجذور العرضية.

مستوى بلوم :التطبيقApplying

المهارة المقاسة :اتخاذ القرار العلمي.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

س15: لماذا يعد التداخل الهرموني أساساً لتحسين كفاءة استخدام الموارد داخل النبات؟

الإجابة المقترحة :لأنه ينظم النمو والتفرع والإنبات والاستجابة البيئية بصورة متكاملة مما يحسن استغلال الماء والعناصر الغذائية والطاقة.

مستوى بلوم :التقييمEvaluating

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية الفسيولوجية والزراعية.

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

التوزيع المقترح لأسئلة العصف الذهني

مستوى بلوم	عدد الأسئلة
الفهمUnderstanding	1
التطبيقApplying	5
التحليلAnalyzing	6
التقييمEvaluating	3
الإبداعCreating	1

أسئلة التعليل 10 أسئلة

السؤال 1

علل: يعد التداخل الهرموني مهماً في تنظيم النمو النباتي.

الإجابة :لأن معظم العمليات الحيوية لا يتحكم فيها هرمون واحد بل شبكة متكاملة من الهرمونات.

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير المفاهيم العلمية

هدف التعلمLO1 :

مخرج التعلمK1 :

السؤال 2

علل: أهمية نسبة الأوكسين إلى السيتوكينين في زراعة الأنسجة.

الإجابة :لأنها تحدد طبيعة العضو المتكون سواء جذور أو براعم.

مستوى بلوم :التحليل

المهارة المقاسة :تحليل التطبيقات العملية

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 3

علل: زيادة الأوكسين تؤدي إلى زيادة التجذير.

الإجابة :لأن الأوكسين يحفز تكوين الجذور العرضية.

مستوى بلوم :الفهم

المهارة المقاسة :تفسير التأثيرات الهرمونية

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 4

علل: زيادة السيتوكينين تؤدي إلى زيادة تكوين البراعم.

الإجابة :لأن السيتوكينين يشجع الانقسام الخلوي وتكوين الأفرع والبراعم الخضرية.

مستوى بلوم :الفهم

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 5

علل: تعد نسبة ABA إلى الجبريللينات مهمة زراعياً.

الإجابة :لأنها تحدد قدرة البذور على السكون أو بدء الإنبات.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 6

علل: يستخدم الإيثيلين بعد الحصاد.

الإجابة :لتنظيم وتسريع نضج الثمار.

مستوى بلوم :التطبيق

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 7

علل: يساعد ABA النبات على تحمل الجفاف.

الإجابة :لأنه ينظم غلق الثغور ويقلل فقد الماء.

مستوى بلوم :الفهم

هدف التعلم LO3 :

مخرج التعلم P1 :

السؤال 8

علل: ترتبط الستريجولاكتونات بتنظيم التفرع النباتي.

الإجابة :لأنها تشارك في تنظيم نمو البراعم الجانبية والسيادة القمية.

مستوى بلوم :الفهم

هدف التعلم LO2 :

مخرج التعلم I1 :

السؤال 9

علل: التداخل بين BR والأوكسين مهم للنمو الخضري.

الإجابة :لأنه يعزز استطالة الخلايا ويحسن كفاءة النمو.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 10

علل: يعد التداخل الهرموني أساساً مهماً للزراعة الحديثة.

الإجابة :لأنه يسمح بالتحكم في الإنبات والتجذير والتفرع ونضج الثمار وتحمل الإجهادات البيئية.

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

ثانياً: أسئلة دراسة حالة وحل مشكلات 10 أسئلة

السؤال 11

مزارع يرغب في زيادة نجاح تجذير العقل النباتية. ما المعاملة الهرمونية الأنسب؟

الإجابة :زيادة الأوكسين.

مستوى بلوم :التطبيق

المهارة المقاسة :حل المشكلات الزراعية

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 12

في زراعة الأنسجة ظهرت جذور كثيرة مع قلة البراعم. ما التفسير الأقرب؟

الإجابة :ارتفاع نسبة الأوكسين مقارنة بالسيتوكينين.

مستوى بلوم :الاستنتاج

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 13

أراد الباحث زيادة عدد البراعم الناتجة من مستنبت نباتي. ماذا تنصح؟

الإجابة :زيادة السيتوكينين مقارنة بالأوكسين.

مستوى بلوم :التطبيق

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 14

لوحظ استمرار سكون البذور رغم توافر الظروف المناسبة للإنبات. ما السبب المحتمل؟

الإجابة :ارتفاع ABA مقارنة بالجبريللينات.

مستوى بلوم :الاستنتاج

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 15

مزرعة تريد تسويق الثمار في موعد موحد. أي هرمون يمكن استخدامه؟

الإجابة :الإيثيلين.

مستوى بلوم :التطبيق

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 16

لوحظ انخفاض فقد الماء من النبات خلال الجفاف. ما التفسير الأقرب؟

الإجابة :زيادة تأثير.ABA

مستوى بلوم :الاستنتاج

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 17

إذا زاد عدد الأفرع الجانبية بصورة واضحة فماذا تستنتج؟

الإجابة :زيادة تأثير السيتوكينين أو انخفاض السيادة القمية.

مستوى بلوم :الاستنتاج

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 18

عند الحاجة إلى تحسين النمو الخضري للنباتات، ما التداخل الهرموني الأنسب؟

الإجابة :البراسينوستيرويدات مع الأوكسين.

مستوى بلوم :التطبيق

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 19

إذا أراد منتج البذور منع الإنبات المبكر أثناء التخزين، فأي هرمون يعد الأكثر أهمية؟

الإجابة.ABA :

مستوى بلوم :التطبيق

هدف التعلمLO3 :

مخرج التعلمP1 :

السؤال 20

في برنامج إكثار دقيق لوحظ عدم تكوين أعضاء نباتية واضحة. ما العامل الهرموني الذي يجب مراجعته؟

الإجابة :النسبة بين الأوكسين والسيتوكينين.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

ثالثاً: أسئلة مقارنة وتحليل 5 أسئلة

السؤال 21

قارن بين دور الجبريللينات و ABAأثناء الإنبات.

الإجابة :الجبريللينات تحفز الإنبات بينما ABA يحافظ على السكون.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 22

قارن بين تأثير زيادة الأوكسين وزيادة السيتوكينين في زراعة الأنسجة.

الإجابة :زيادة الأوكسين تؤدي إلى التجذير، بينما زيادة السيتوكينين تؤدي إلى تكوين البراعم.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 23

ما الفرق بين دور الإيثيلين ودورABA ؟

الإجابة :الإيثيلين يرتبط بنضج الثمار، بينما ABA يرتبط بالسكون وتحمل الجفاف.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 24

قارن بين دور الستريجولاكتونات ودور البراسينوستيرويدات.

الإجابة :الستريجولاكتونات تنظم التفرع والسيادة القمية، بينما البراسينوستيرويدات تعزز النمو الخضري واستطالة الخلايا.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلمLO2 :

مخرج التعلمI1 :

السؤال 25

حلل أهمية التداخل بين الأوكسين والسيتوكينين مقارنة بالتداخل بين ABA والجبريلينات.

الإجابة :الأول ينظم تكوين الأعضاء في زراعة الأنسجة، والثاني ينظم السكون والإنبات.

مستوى بلوم :التحليل

هدف التعلمLO2 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

رابعاً: أسئلة التقييم والحكم العلمي 5 أسئلة

السؤال 26

هل توافق على أن التداخل الهرموني يمثل شبكة تنظيمية متكاملة داخل النبات؟ وضح.

الإجابة :نعم، لأن معظم العمليات الفسيولوجية تنتج من تفاعل عدة هرمونات وليس من هرمون واحد.

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO1 **:**

مخرج التعلمI1 **:**

السؤال 27

قيّم أهمية استخدام الإيثيلين في معاملات ما بعد الحصاد.

الإجابة :يساعد على توحيد وتسريع نضج الثمار وتحسين عمليات التسويق.

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 28

ما مدى أهمية ABA في إدارة الإجهاد المائي؟

الإجابة :عالية الأهمية لأنه يقلل فقد الماء ويساعد النبات على تحمل الجفاف.

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 29

هل يعد التحكم في نسب الهرمونات أداة فعالة في زراعة الأنسجة؟

الإجابة :نعم، لأنه يحدد نوع العضو النباتي المتكون ويزيد كفاءة الإكثار.

مستوى بلوم :التقييم

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

السؤال 30

قيّم دور التداخل الهرموني في تحسين الإنتاج الزراعي الحديث.

الإجابة :يساعد في التحكم في الإنبات والتجذير والتفرع والنضج وتحمل الإجهادات، مما يؤدي إلى تحسين الإنتاجية والجودة.

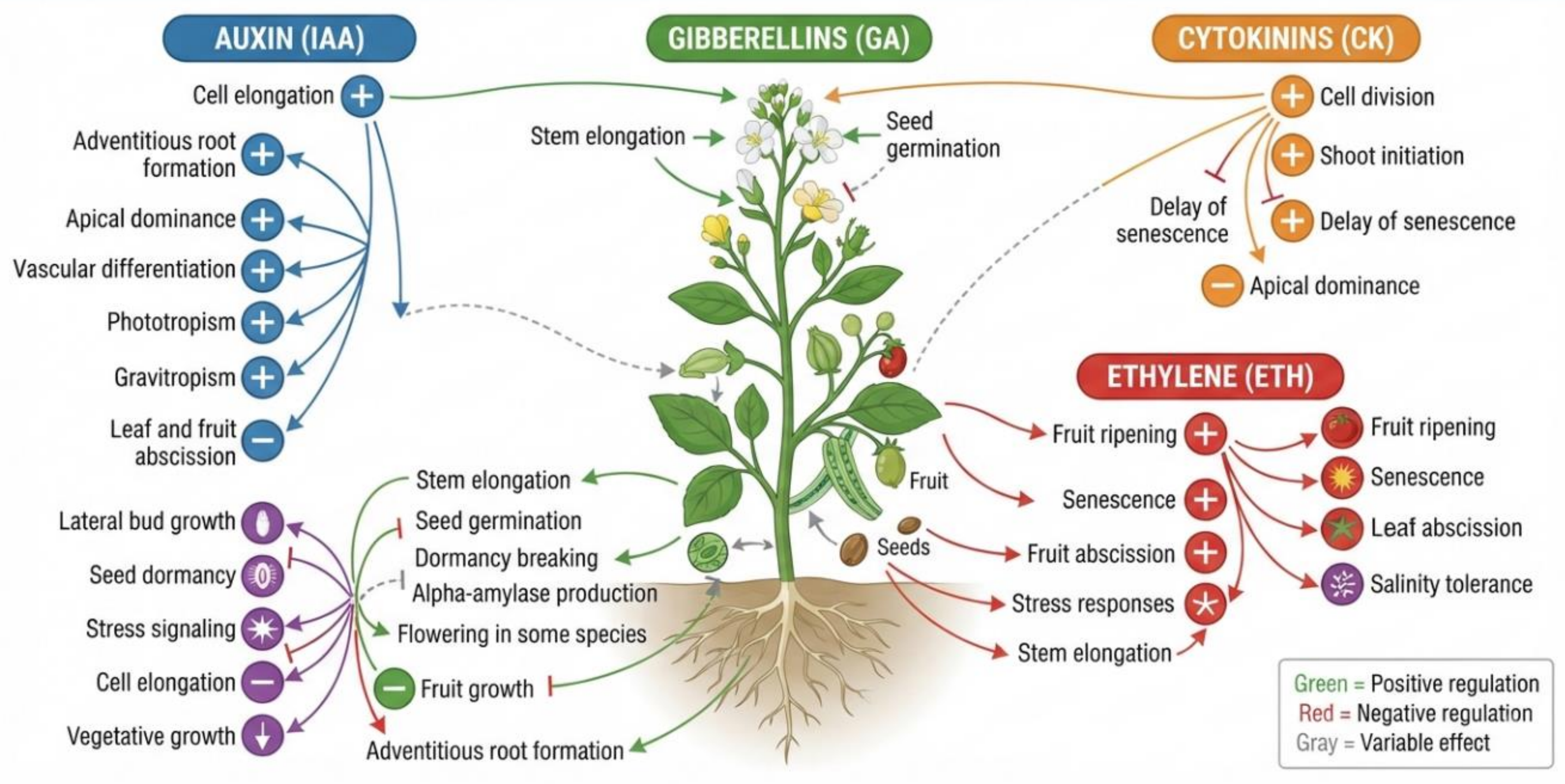
مستوى بلوم :التقييم

المهارة المقاسة :تقييم الأهمية التطبيقية للتداخل الهرموني

هدف التعلمLO3 **:**

مخرج التعلمP1 **:**

Plant Hormones and Their Effects on Plant Physiological Processes



This figure was generated using artificial intelligence Google Gemini based on information synthesized by the author from plant physiology literature and subsequently verified by the author.

نظرة عامة على الصورة:

هذه الصورة هي **رسم علمي توضيحي** Infographic بعنوان: **"الهرمونات النباتية وتأثيراتها على العمليات الفسيولوجية النباتية"**. الهدف منها هو إعطاء لمحة شاملة عن كيفية تنظيم الهرمونات المختلفة لحياة النبات ونموه.

الأجزاء الرئيسية للصورة:

1. **الشكل المركزي النبات:**
   - **المكان:** في منتصف الصورة.
   - **الوصف:** رسم تفصيلي لنبات مزهر كامل يوضح جميع أجزائه الرئيسية: **الجذور**، **الساق**، **الأوراق**، **الأزهار**، **الثمار**، **البذور**، وحتى الأنسجة الداخلية مثل **الأنسجة الوعائية** و**الثغور** المسام الموجودة على الأوراق.
   - **الفكرة:** هذا النبات هو "المركز" الذي تعمل عليه جميع الهرمونات.
2. **وحدات الهرمونات الخمسة على الأطراف:**
   - **المكان:** تحيط بالنبات.
   - **الوصف:** خمس وحدات دائرية ملونة، كل واحدة تمثل هرموناً نباتياً رئيسياً ومميزة بلون خاص.
3. **نظام الأسهم والخطوط المفتاح:**
   - هذا هو الجزء الأهم لفهم كيفية قراءة الصورة.
   - **أسهم خضراء = تنظيم إيجابي تحفيز:** إذا رأيت سهماً أخضر يربط بين هرمون وعملية ما، فهذا يعني أن الهرمون **يشجع** تلك العملية ويجعلها تحدث. على سبيل المثال، الأوكسين يشجع استطالة الخلايا.
   - **خطوط حمراء = تنظيم سلبي تثبيط:** إذا رأيت خطاً أحمر ينتهي بنهاية مسطحة، فهذا يعني أن الهرمون **يمنع** أو **يوقف** تلك العملية. على سبيل المثال، الأوكسين يمنع تساقط الأوراق والثمار في سياقات معينة.
   - **اختياري أسهم رمادية متقطعة:** تشير غالباً إلى تأثير أكثر تعقيداً أو ارتباطاً عاماً غير مباشر.
4. **المفتاح أسفل اليمين:**
   - مربع صغير يؤكد بوضوح على الترميز اللوني:
     - الأخضر = تنظيم إيجابي.
     - الأحمر = تنظيم سلبي.
     - الرمادي = تأثير متغير.

كيفية قراءة الرسم مثال:

لنأخذ هرمون **الأوكسين IAA** - باللون الأزرق كمثال:

1. **انظر إلى وحدة "الأوكسين IAA".**
2. **اقرأ القائمة:** سترى عمليات مثل "استطالة الخلية"، "تكوين الجذور العرضية"، "السيادة القمية"، الخ.
3. **تحقق من الترميز:**
   - بجانب "استطالة الخلية"، يوجد سهم أخضر يشير إلى "استطالة الخلية". هذا يعني أن الأوكسين يحفز نمو الخلايا وطولها.
   - بجانب "تساقط الأوراق والثمار"، يوجد خط أحمر ينتهي بنهاية مسطحة. هذا يعني أن الأوكسين في هذه الحالة يمنع تساقطها.
4. **تتبع الخطوط:** تتبع الأسهم والخطوط من وحدة الأوكسين إلى أجزاء النبات الجذور، الساق، البرعم القمي لترى أين يحدث التأثير.

الخلاصة:

هذا الرسم هو دليل مرئي سريع يوضح أن الهرمونات النباتية هي رسائل كيميائية معقدة تعمل معاً في نظام دقيق. فبينما يحفز هرمون مثل الجبريللينات النمو، قد يوقفه هرمون آخر مثل حمض الأبسيسيك في ظروف مختلفة، مما يسمح للنبات بالتكيف مع بيئته والنمو بشكل صحي.

يعرض هذ لجدول لهرمونات النباتية لخمسة الرئيسية، وتأثيراتها لمختلفة تحفيز أو تثبيط، مع ترميز لوني مطابق للصورة الأصلية لتسهيل الفهم

جدول تأثيرات الهرمونات النباتية على العمليات لفسيولوجية

الهرمون اللون في لصورة	نوع لتأثير	العملية الفسيولوجية	رمز التأثير في الصورة
الأوكسين IAA	**تحفيز**	استطالة الخلايا	**+**
أزرق	**تحفيز**	تكوين الجذور العرضية	**+**
	تحفيز	السيادة القمية نمو البرعم الرئيسي	**+**
	تحفيز	التمايز لوعائي تكوين أنسجة النقل	**+**
	تحفيز	الانتحاء الضوئي النمو باتجاه لضوء	**+**
	تحفيز	الانتحاء الأرضي استجابة لجذور والساق للجاذبية	**+**
	تثبيط	تساقط الأوراق والثمار	**-**
	تثبيط	نمو البرعم لجانبية	**-**
الجبريلينات GA	**تحفيز**	استطالة الساق	**+**
أخضر	**تحفيز**	إنبات البذور	**+**
	تحفيز	كسر سكون البذور	**+**
	تحفيز	إنتاج إنزيم ألفا أميليز في الحبوب	**+**
	تحفيز	الإزهار في بعض لأنواع	**+**
	تحفيز	نمو الثمار	**+**
	تثبيط	تكوين الجذور العرضية	
السيتوكينينات CK	**تحفيز**	انقسام الخلايا	**+**
برتقالي	**تحفيز**	بدء تكوين لبراعم Shoot initiation	**+**
	تحفيز	نمو البرعم لجانبية	**+**
	تأخير	تأخر الشيخوخة Delay of senescence	**+**
	تثبيط	السيادة القمية	**-**
الإيثيلين ETH	**تحفيز**	نضج الثمار	**+**
أحمر	**تحفيز**	الشيخوخة	**+**
	تحفيز	تساقط الأوراق	**+**
	تحفيز	تساقط الثمار	**+**
	تحفيز	الاستجابة للضغط البيئي Stress responses	**+**
	تثبيط	استطالة الساق تأثير معاكس للجبريلينات	**-**
حمض الأبسيسيك ABA	**تحفيز**	سكون البذور	**+**
بنفسجي	**تحفيز**	غلق الثغور	**+**
	تحفيز	تحمل الجفاف	**+**
	تحفيز	تحمل الملوحة	**+**
	تحفيز	إشارات الإجهاد	**+**
	تثبيط	إنبات البذور	**-**
	تثبيط	استطالة الخلايا	**-**
	تثبيط	النمو لخضري	**-**

مفتاح رموز الجدول:

- **+ تحفيز:** يشير إلى أن الهرمون يشجع ويزيد من حدوث هذه العملية
- **- تثبيط:** يشير إلى أن الهرمون يمنع أو يبطئ حدوث هذه لعملية.

جدول متكامل يوضح أهم العمليات الفسيولوجية وتأثير الهرمونات النباتية الرئيسة عليها:

مفتاح الرموز:

- ✅ = تنشيط
- ❌ = تثبيط
- ○ = تأثير ضعيف أو متغير حسب الظروف

العملية الفسيولوجية	الأوكسين IAA	الجبريللين GA	السيتوكينين CK	الإيثيلين ETH	ABA
إنبات البذور	○	✅	✅	✅	❌
سكون البذور	❌	❌	○	○	✅
انقسام الخلايا	✅	○	✅	❌	❌
استطالة الخلايا	✅	✅	○	❌	❌
نمو الجذور	✅	○	○	❌	❌
تكوين الجذور العرضية	✅	❌	❌	○	○
نمو الساق	✅	✅	○	❌	❌
السيادة القمية	✅	○	❌	○	○
نمو البراعم الجانبية	❌	○	✅	○	○
تكوين الأنسجة الوعائية	✅	○	○	○	○
الانتحاء الضوئي	✅	○	○	○	○
الانتحاء الأرضي	✅	○	○	○	○
الإزهار	○	✅	✅	○	❌
عقد الثمار	✅	✅	✅	❌	❌
نمو الثمار	✅	✅	✅	○	❌
النضج الثمري	❌	❌	❌	✅	○
الإثمار البكري Parthenocarpy	✅	✅	○	❌	○
تساقط الأوراق	❌	○	❌	✅	✅
تساقط الثمار	❌	○	○	✅	✅
شيخوخة الأوراق	❌	○	❌	✅	✅
فتح الثغور	○	○	✅	❌	❌
غلق الثغور	❌	○	○	✅	✅
تحمل الجفاف	○	○	○	✅	✅
تحمل الملوحة	○	○	○	○	✅
الاستجابة للإجهاد	○	○	○	✅	✅
التئام الجروح	✅	○	✅	✅	○

أهم العمليات المرتبطة بكل مرحلة

الإنبات

- محفزات: الجبريللين >السيتوكينين ≈ الإيثيلين
- مثبط رئيسيABA :

الإزهار

- محفز رئيسي: الجبريللين
- محفزات مساعدة: السيتوكينين والأوكسين
- مثبطABA :

الإثمار

عقد الثمار

- أوكسين
- جبريللين
- سيتوكينين

نمو الثمار

- جبريللين
- أوكسين
- سيتوكينين

نضج الثمار

- إيثيلين الهرمون الرئيس